



T.C.

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI



**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINDA
TEKNOLOJİ DESTEKLİ LABORATUVAR
UYGULAMALARININ KAVRAM
YANILGILARINA VE ÖZYETERLİK
İNANÇLARINA ETKİSİ: KUVVET VE
HAREKET KONUSU**

İBRAHİM SERDAR KIZILTEPE

DOKTORA TEZİ

KIRŞEHİR

2025



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI



**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINDA
TEKNOLOJİ DESTEKLİ LABORATUVAR
UYGULAMALARININ KAVRAM
YANILGILARINA VE ÖZYETERLİK
İNANÇLARINA ETKİSİ: KUVVET VE
HAREKET KONUSU**

İBRAHİM SERDAR KIZILTEPE

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Tezcan KARTAL

KIRŞEHİR

2025

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

05/11/2025

Öğrenci

İbrahim Serdar KIZILTEPE

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

İÇİNDEKİLER DİZİNİ	I
TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
TABLolar DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
1.1. Kavram Yanılgısı.....	4
1.1.1. Kavram yanılgılarının tespiti	9
1.1.1.1. Kavram yanılgıların giderilmesi	13
1.2. Özyeterlik.....	15
1.2.1. Özyeterliğin gelişimi.....	17
1.2.2. Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği	18
1.3. Teknoloji Destekli Laboratuvar	22
1.4. Tezin Amacı	26
1.5. Tezin Önemi.....	28
1.6. Problem Durumu.....	30
1.7. Problem Cümlesi.....	33
1.7.1. Alt problemler.....	33
1.8. Araştırmanın Varsayımları.....	34
1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları	34
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	35
2.1. Kavram Yanılgısına Yönelik Çalışmalar	35
2.2. Teknoloji ve Fen Öğretimi Yeterliklerine Yönelik Çalışmalar	39
3.MATERYAL VE METOT	47
3.1. Araştırma Modeli	47
3.1.1. Karma araştırma yönteminde çalışma grubunun belirlenmesi.....	51
3.1.1.1. Nicel araştırma yöntemi	53
3.1.1.2. Deneysel araştırma modeli.....	53
3.1.1.2.1. Deneysel çalışmalarda iç geçerlik ve dış geçerlik	54
3.1.1.2.2. Deney ve Kontrol Gruplarını belirlenmesi.....	56

3.1.2. Veri toplama araçları	57
3.1.2.1. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölççeği.....	57
3.1.2.2. Kuvvet ve hareket konusunda dört aşamalı kavram yanılığısı testi	69
3.1.2.2.1. Birinci aşama geliştirme süreci	69
3.1.2.2.2. Üçüncü aşama geliştirme süresi	72
3.1.2.2.3. Dört aşamalı nihai ölççeğin geliştirme süreci.....	73
3.1.2.2.4. Geçerlik ve güvenilirlik.....	74
3.1.3. Nitel araştırma yöntemi.....	79
3.1.3.1. Nitel araştırma modeli.....	79
3.1.3.1.1. Nitel araştırmada geçerlik ve güvenilirlik.....	80
3.1.3.1.2. Durum çalışması ve araştırma süreci.....	85
3.1.3.1.3. Durum çalışmasında geçerlik ve güvenilirlik.....	90
3.1.3.1.5. Verilerin analizi	96
4. BULGULAR VE TARTIşMA.....	103
4.1. Deney ve Kontrol Grubuna Yönelik Nicel Bulgular.....	103
4.2. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerine Yönelik Bulgular	103
4.2.1. Deney Grubu-I'e yönelik bulgular	103
4.2.2. Deney Grubu-II'ye yönelik bulgular	106
4.2.3. Kontrol Grubuna yönelik bulgular	108
4.2.4. Grupların teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerine yönelik ön test ANOVA analizi sonuçları.....	111
4.2.5. Grupların son testlerine yönelik ANOVA analizi sonuçları.....	112
4.3. Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılığısı Testine Yönelik Bulgular	113
4.3.1. Deney Grubu-I'e yönelik bulgular	114
4.3.2. Deney Grubu-II'ye yönelik bulgular	114
4.3.3. Kontrol Grubuna yönelik bulgular	115
4.4. Yarı yapılandırılmış görüşmeye ilişkin nitel bulgular.....	116
4.4.1. Teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerine yönelik bulgular	116
4.4.1.1. Deney Grubu-I'e yönelik bulgular.....	116
4.4.1.2. Deney Grubu-II'ye yönelik bulgular.....	131
4.4.2. Kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik bulgular	147
4.2.2.1. Deney Grubu-I'e yönelik bulgular.....	147
4.2.2.2. Deney Grubu-II'ye yönelik bulgular.....	156
4.3. Deney Grubu-I'de yapılan gözleme ilişkin bulgular.....	164
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	169
5.1. Sonuç ve Tartışma.....	169

5.1.1. Deney Grubu-I'e yönelik sonuçlar	169
5.1.1.1 Kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi	169
5.1.1.2 Teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarının gelişimi.....	172
5.1.1.3. Fenin tanımına yönelik görüşleri	178
5.1.2. Deney Grubu-II'ye yönelik sonuçlar	179
5.1.2.1. Kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi.....	179
5.1.2.2. Teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarının gelişimi.....	180
5.1.2.3. Fenin tanımına yönelik görüşler	185
5.1.3. Kontrol Grubuna yönelik sonuçlar	187
5.1.3.1. Kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi.....	187
5.1.3.2. Teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarının gelişimi.....	187
5.1.6. Grupların karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar	188
5.2. Öneriler	195
KAYNAKLAR	197
EKLER	215
EK-1 Etik kurul izni	215
EK-2 Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi araştırma izni	216
EK-3 Kırıkkale Üniversitesi araştırma izni.....	217
EK-4 Aksaray Üniversitesi araştırma izni	218
EK-5 Teknoloji ile fen öğretimi yeterlilik ölçeği	219
EK-6 Kuvvet ve hareket kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik dört aşamalı tanı testi.....	222
EK-7 Teknoloji ile fen öğretimine yönelik yarı yapılandırılmış görüşme soruları	228
EK-8 Kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik yarı yapılandırılmış görüşme soruları.....	229
EK-9 Uygulama sürecine ilişkin görseller	230
ÖZGEÇMİŞ	233

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans ve Doktora sürecim boyunca bilgisi, tecrübesi ve yol göstericiliği ile yanımda olan, süreç boyunca karşılaştığım her problemi aşmamı sağlayan, bu ve diğer bilimsel çalışmaların ortaya çıkmasında her zaman motive eden ve destek veren, bu süreçte adeta kapsımı aşındırdığım kıymetli danışmanım, akıl hocam, Prof. Dr. Tezcan KARTAL'a en iç duygularıyla, teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Lisansüstü dönemim boyunca çalışmalarımı destekleyen, her adımda yardımlarını esirgemeyen ve TİK komite üyesi olarak katkıda bulunan, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı öğretim üyesi çok değerli hocam Prof. Dr. Harun ÇELİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, teşvik ediciliği, sağladığı motivasyon ve TİK dönemlerindeki katkıları için Prof. Dr. Özlem AFACAN'a en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Kontrol Grubu verilerinin toplanmasında çalışmama sağladığı değerli destek için Aksaray Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Bölümünde görev yapan, Dr. Öğr. Üyesi Nurcan TEKİN'e teşekkür ve saygılarımı sunuyorum.

Ayrıca, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Matematik Eğitimi öğretim üyesi çok değerli hocam Doç. Dr. Büşra KARTAL'a, çalışmalarım süresince maddi ve manevi olarak sağladığı engin destek, yol göstericiliği, sabrı ve her türlü yardımı için en kalbi duygularıyla teşekkürlerimi ve derin saygılarımı sunuyorum.

Doktora tez sürecimde pilot çalışma verilerimin toplanmasında süreci yöneten, destek veren Aksaray Üniversitesi Öğretim Üyesi çok kıymetli hocalarım, Doç. Dr. Mustafa YADİGAROĞLU ve Doç. Dr. Mustafa KIŞOĞLU'na teşekkür ederim.

Doktora dönemim boyunca ilgi motivasyon ve destekleri için, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesinde Görev yapan, Prof. Dr. Dr. Şakir Önder ÖZKURT'a ve Prof. Dr. Neslihan ÖZBEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezin ve ölçme araçlarının geliştirilmesi ile kontrol sürecinde sağladığı değerli destek için Türkçe Uzmanı ve Doktora Öğrencisi Salih ŞENTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın yürütülebilmesi için, sağladıkları destek için, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP)'ne teşekkür ederim.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde en önemli katkılardan birini sağlayan, çalışma gruplarında yer alan Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği üçüncü sınıf öğrencilerine, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği üçüncü sınıf öğrencilerine ve Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği üçüncü sınıf öğretmen adaylarına çalışmaya verdikleri destek, uyum ve hoşgörü için teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak bu çalışmanın ortaya çıkmasında her zaman beni destekleyen ve motive eden, varlıklarını her zaman hissettiğim anneme ve babama en içten ve kalbi duygularıyla sevgilerimi ve saygılarımı sunarım.

Kasım, 2025

İbrahim Serdar KIZILTEPE

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINDA TEKNOLOJİ DESTEKLİ LABORATUVAR UYGULAMALARININ KAVRAM YANILGILARINA VE ÖZYETERLİK İNANÇLARINA ETKİSİ: KUVVET VE HAREKET KONUSU

İbrahim Serdar KIZILTEPE

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Tezcan KARTAL
Yıl: 2025, Sayfa: XII-233
Jüri: Prof. Dr. Tezcan KARTAL
Prof. Dr. Özlem AFACAN
Prof. Dr. Harun ÇELİK
Prof. Dr. Dr. Şakir Önder ÖZKURT
Doç. Dr. Mustafa YADİGAROĞLU

Bu araştırmanın amacı, teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarının kuvvet ve hareket konusunda fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanlışlarına ve teknolojiyle fen öğretimi yeterlik inançlarına etkisini incelemektir. Ayrıca öğretmen adaylarının gerçek ve sanal deneylere ilişkin görüşleri incelenerek betimlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada karma araştırma yöntemlerinden açıklayıcı sıralı desen kullanılmıştır. Araştırmanın nicel kısmında ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen, nitel kısmında ise durum çalışması desenlerinden faydalanılmıştır. Çalışma İç Anadolu Bölgesi'ndeki üç farklı üniversitede yürütülmüştür. Nicel kısımda iki Deney ve bir Kontrol Grubu kullanılmıştır. Deney Grubu I'de teorik derslerin devamında gerçek deneyler ve sonrasında sanal deneyler yapılmıştır. Deney Grubu II'de sanal deneylerin ardından gerçek deneyler yapılmıştır. Kontrol Grubu'nda ise YÖK kur tanımı çerçevesinde dersler yürütülmüştür. Nitel kısımda ise yarı yapılandırılmış görüşmeler ve gözlem notlarıyla öğretmen adaylarının deneyimleri derinlemesine incelenmiştir. Araştırmada nicel veri toplama aracı olarak, kuvvet ve hareket konusuna yönelik dört aşamalı kavram yanlışlığı testi ve teknolojiyle fen öğretimi yeterlik inancı ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen nicel verilerin analizinde SPSS programı, nitel verilerin analizinde ise MAXQDA programı kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarının kavram yanlışlarının giderilmesinde ve yeterlik inançlarının gelişiminde etkili olduğunu göstermiştir. Sanal deneylerin gerçek deneylerden sonra kullanılmasının fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal yanlışlarını gidermede ve teknolojiyle fen öğretimi yeterlik inançlarını geliştirmede etkili bir yaklaşım olduğunu ortaya koymuştur. Katılımcı görüşlerine göre sanal deneylerin gerçek deneylerden sonra kullanılması öğrenmeyi pekiştirici bir rol oynamakta, önce kullanılması ise ön hazırlık ve prova açısından yarar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kavram yanlışlığı, Özyeterlik, Fen bilgisi öğretmen adayları

ABSTRACT

DOCTORAL THESIS

THE EFFECT OF TECHNOLOGY-SUPPORTED LABORATORY ON PRESERVICE SCIENCE TEACHERS' MISCONCEPTIONS AND SELF-EFFICACY BELIEFS: THE CASE OF FORCE AND MOTION

İbrahim Serdar KIZILTEPE

KIRŞEHİR AHI EVRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

Supervisor: Prof. Dr. Tezcan KARTAL
Year: 2025, Pages: XII-233
Juries: Prof. Dr. Tezcan KARTAL
Prof. Dr. Özlem AFACAN
Prof. Dr. Harun ÇELİK
Prof. Dr. Dr. Şakir Önder ÖZKURT
Assoc. Prof. Dr. Mustafa YADİGAROĞLU

This study aims to examine the effect of a technology-supported laboratory on preservice science teachers' misconceptions about force and motion and their beliefs about their competence in teaching science with technology. It also aims to examine and describe preservice teachers' views on real and virtual experiments. A mixed-methods research design, specifically an explanatory sequential design, was employed in the study. The quantitative part of the research used a pretest-posttest control group experimental design, while the qualitative part used a case study design. The study was conducted at three universities in Central Anatolia. Two experimental groups and one control group participated in the quantitative part. In Experimental Group I, real experiments were conducted following theoretical lessons, followed by virtual experiments. In Experimental Group II, real experiments were performed after virtual experiments. In the Control Group, courses were conducted in accordance with the YÖK curriculum. In the qualitative part, the experiences of teacher candidates were examined in depth through semi-structured interviews and observation notes. As quantitative data-collection tools, a four-stage misconception test on force and motion and an efficacy scale for teaching science with technology were used. The SPSS program was used to analyze the quantitative data obtained, while the MAXQDA program was used to analyze the qualitative data. The findings revealed that technology-supported laboratory applications are effective in eliminating misconceptions and fostering a sense of competence. The use of virtual experiments after real ones is a practical approach to eliminating misconceptions among preservice science teachers and to developing their beliefs about teaching science with technology. Participants believe that using virtual experiments after real experiments reinforces learning, while using them beforehand provides benefits in terms of preparation and practice.

Key Words: Misconception, Self-efficacy, Pre-service science teachers

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Kuvvet ve Hareket Kavramaları ile İlgili Kavram Yanılgıları.....	6
Tablo 3.1. Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri	51
Tablo 3.2. Deney Grubu-I'in E-Öğrenme Ortamı Tercihi, Daha Önce Sanal Laboratuvara Yönelik Eğitimi Alıp Almaması ve Kişisel Bilgisayara Sahip Olup Olmama Değişkenine Göre Betimsel Analiz Sonuçları.....	52
Tablo 3.3. Deney Grubu-II'nin E-Öğrenme Ortamı Tercihi, Daha Önce Sanal Laboratuvara Yönelik Eğitimi Alıp Almaması ve Kişisel Bilgisayara Sahip Olup Olmama Değişkenine Göre Betimsel Analiz Sonuçları.....	52
Tablo 3.4. Kontrol Grubunun E-Öğrenme Ortamı Tercihi, Daha Önce Sanal Laboratuvara Yönelik Eğitimi Alıp Almaması ve Kişisel Bilgisayara Sahip Olup Olmama Değişkenine Göre Betimsel Analiz Sonuçları.....	53
Tablo 3.5. Çalışmada Kullanılan Ön Test Son Test Kontrol Gruplu Desen	54
Tablo 3.6. Geçerliğe Yönelik Tehditler ve Alınan Önlemler	56
Tablo 3.7. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğine Yönelik Örnek Uzman Görüşü Maddesi	58
Tablo 3.8. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğine Ait Uzman Görüşü Dönütleri.....	59
Tablo 3.9. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğine Ait KMO ve Barlet Testine Yönelik Bulgular	60
Tablo 3.10. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğinin Madde Özdeğer İstatistiğine Bağlı Faktör Sayısı ve Açıklanan Varyans Yüzdesi Analiz Sonuçları.....	61
Tablo 3.11. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğine Ait Maddelerin Temel Bileşenler Analiz Sonuçları.....	63
Tablo 3.12. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğini Cevaplayanların Toplam Puan Sıralamasına Göre %27'lik Alt Grup ve %27'lik Üst Gruplarının Madde Ortalamaları İçin t-Testi Analiz Sonuçları.....	64
Tablo 3.13. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeği Madde Yükleri ile Madde-Toplam Korelasyonu	66
Tablo 3.14. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeği ve Alt Faktörlerine Yönelik Cronbach Alpha Değeri	66
Tablo 3.15. Doğrulayıcı Faktör Analiz Sonuçlarına Göre Ölçek Modelinde Gözlenen Değerler ve Veri Uyum Ölçütlerine İlişkin Uyum Durumları.....	68
Tablo 3.16. Kavram Yanılgısı Testi Uzman Görüşü Örnek Maddesi	71
Tablo 3.17. Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısı Tanı Testine Ait Örnek Ölçek Maddesi...	73
Tablo 3.18. Dört Aşamalı Kavram Yanılgısı Ölçeğine Ait Örnek Madde	74
Tablo 3.19. Kavram Yanılgısı Testi Birinci Aşaması İçin Madde Güçlük İndeksi.....	75
Tablo 3.20. Madde Ayırt Edicilik İndeksi	76
Tablo 3.21. Kavram Yanılgısı Testinin Korelasyon Analiz Sonuçları.....	78
Tablo 3.22. Geçerlik ve Güvenirliği Artırma Stratejileri	91
Tablo 3.23. Deney Grubu-I'in Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Normallik Analizleri	97
Tablo 3.24. Deney Grubu-II'nin Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Normallik Analizleri	97

Tablo 3.25. Kontrol Grubunun Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Normallik Analizleri	98
Tablo 3.26. 7’li Likert Ölçme Aracına Ait Ranj Aralıkları	99
Tablo 3.27. Dört Aşamalı Testte Verilen Kararların Karşılaştırılması.....	99
Tablo 4.1. Deney Grubu-I’in Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları.....	103
Tablo 4.2. Deney Grubu-I’in Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön Test ve Son Testlerine İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları	104
Tablo 4.3. Deney Grubu-I’in Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön Testlerine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları.....	105
Tablo 4.4. Deney Grubu-I’in Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Son Testlerine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları.....	105
Tablo 4.5. Deney Grubu-II’nin Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları.....	106
Tablo 4.6. Deney Grubu-II’nin Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön Test ve Son Testlerine İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları	107
Tablo 4.7. Deney Grubu-II’nin Ön Testlerine Yönelik Pearson Korelasyon Analiz Sonuçları	107
Tablo 4.8. Deney Grubu-II’nin Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Son Testlerine Yönelik Pearson Korelasyon Analiz Sonuçları	108
Tablo 4.9. Kontrol Grubunun Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları.....	109
Tablo 4.10. Kontrol Grubunun Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön test ve Son Testlerine İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları	109
Tablo 4.11. Kontrol Grubunun Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön Testlerine Yönelik Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları.....	110
Tablo 4.12. Kontrol Grubunun Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Son test Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları	110
Tablo 4.13. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerine Yönelik Grupların Ön Test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları	111
Tablo 4.14. Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi Alt Faktörüne Yönelik Grupların Ön test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları	111
Tablo 4.15. Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği Alt Faktörüne Yönelik Grupların Ön test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları.....	112
Tablo 4.16. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlikleri Yönelik Grupların Son Test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları	112
Tablo 4.17. Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi Alt Faktörüne Yönelik Grupların Ön test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları	113
Tablo 4.18. Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği Alt Faktörüne Yönelik Grupların Son Test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları.....	113
Tablo 4.19. Deney Grubu-I’in Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları	114
Tablo 4.20. Deney Grubu-I’in Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	114
Tablo 4. 21. Deney Grubu-II’nin Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları	115

Tablo 4. 22.	Deney Grubu-II'nin Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	115
Tablo 4.23.	Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları	115
Tablo 4. 24.	Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	116
Tablo 4.25.	Deney Grubu-I'in Fenin Tanımına İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular.....	117
Tablo 4.26.	Deney Grubu-I'in Grupla Çalışmaya İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular	118
Tablo 4.27.	Deney Grubu-I'in Gerçek Deneylere İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular	120
Tablo 4.28.	Deney Grubu-I'in Sanal Deneylere İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular.....	123
Tablo 4. 29.	Deney Grubu-I'in Teknolojiye İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular.....	127
Tablo 4.30.	Deney Grubu-I'in Deneylerinin Sıralarına İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular.	130
Tablo 4.31.	Deney Grubu-II'nin Fenin Tanımına İlişkin Görüşlerine Yönelik Bulgular	132
Tablo 4.32.	Deney Grubu-II'nin Grup Çalışmasına İlişkin Görüşleri.....	133
Tablo 4.33.	Deney Grubu-II'nin Gerçek Deneylere İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular.....	136
Tablo 4.34.	Deney Grubu-II'in Sanal Laboratuvarlara İlişkin Görüşleri	139
Tablo 4.35.	Deney Grubu-II'nin Teknolojiye İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular	142
Tablo 4.36.	Deney Grubu-II'in Deney Türü Seçimine İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular..	145
Tablo 4.37.	Deney Grubu-I Katılımcılarından Berk'in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	147
Tablo 4.38.	Deney Grubu-I Katılımcılarından Beyda'nın Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	149
Tablo 4.39.	Deney Grubu-I Katılımcılarından Bulut'un Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	150
Tablo 4.40.	Deney Grubu-I Katılımcılarından Onur'un Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	151
Tablo 4.41.	Deney Grubu-I Katılımcılarından Emre'nin Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	152
Tablo 4.42.	Deney Grubu-I Katılımcılarından Mustafa'nın Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	153
Tablo 4.43.	Deney Grubu-I Katılımcılarından Nisa'nın Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	154
Tablo 4.44.	Deney Grubu-I Katılımcılarından Nur'un Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	155
Tablo 4.45.	Deney Grubu-II Katılımcılarından Duygu'nun Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	156
Tablo 4.46.	Deney Grubu-II Katılımcılarından Nazlı'nın Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	157
Tablo 4.47.	Deney Grubu-II Katılımcılarından Cenk'in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	158
Tablo 4.48.	Deney Grubu-II Katılımcılarından Cem'in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	158
Tablo 4.49.	Deney Grubu-II Katılımcılarından Buket'in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	159
Tablo 4.50.	Deney Grubu-II Katılımcılarından Aslı'nın Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	160

Tablo 4.51. Deney Grubu-II Katılımcılarından Sinem'in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	161
Tablo 4.52. Deney Grubu-II Katılımcılarından Elif'in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	163

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Karma desen adımları (Creswell, 2012)	49
Şekil 3.2. Açımlayıcı sıralı desen.....	49
Şekil 3.3. Çalışmaya ilişkin karma araştırma modeli.....	50
Şekil 3.4. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğine ilişkin plot analizi sonucu	67
Şekil 3.5. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğine ilişkin faktör analizi sonuçlarına ilişkin yapısal eşitlik modeli	68
Şekil 3.6. Uygulama sürecine ilişkin örnek görseller	94
Şekil 3.7. Uygulama süreci adımları	95
Şekil 3.8. Kavram yanılığısı belirleme adımı.....	100

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
\bar{x}	: Aritmetik Ortalama
f	: Frekans
r	: Korelasyon Katsayısı
Sd	: Serbestlik Derecesi
Ss	: Standart Sapma
%	: Yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojileri
Sanal Lab.	: Sanal Laboratuvar
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu

1. GİRİŞ

Bilimsel bilgidaki hızlı ve sürekli değişim, kavramlara yüklenen anlamların da zamanla değişmesine ve gelişmesine yol açmaktadır. Bu durum, fen eğitiminde kavram öğrenmenin önemini artırmakta ve aynı zamanda bu alandaki araştırmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır (Samsudin ve ark., 2017). Kavram öğrenimi, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmelerini değil; aynı zamanda bilgiyi anlamlandırmalarını da kapsamaktadır. Öğrencilerin kavramları doğru bir biçimde anlamaları, fen eğitiminin temel hedeflerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda kavram öğrenimi üzerine yapılan araştırmalar, öğrencilerin öğrenme süreçlerini etkileyen çok sayıda faktör olduğunu göstermektedir (Kıray ve ark., 2015; Liu ve Fang, 2016; Samsudin ve ark., 2017; Poutot ve Blandin, 2015). Bu faktörler arasında öğrencilerin yaşam deneyimleri, okul öncesi bilgi düzeyleri, öğretim yöntemleri, kullanılan materyaller ve çevresel etkileşimler öne çıkmaktadır. Öğrencilerin kavramları anlamlandırma sürecinde tecrübe, oldukça belirleyici bir faktördür. Öğrenciler sınıfa gelmeden önce çevreleriyle etkileşimlerinden ve günlük yaşam deneyimlerinden edindikleri ön bilgilere sahiptir ve bu bilgiler, okulda öğrenilen yeni kavramları algılamalarında doğrudan etki yapar (Yin ve ark., 2008). Ancak bu ön bilgiler her zaman doğru olmayabilir. Öğrencilerin sahip olduğu yanlış bilgiler, öğretmenlerin yanlış açıklamaları, ders kitaplarında yer alan hatalı bilgiler veya bilimsel kavramların günlük hayatta yanlış kullanımı, öğrencilerin kavramları yanlış anlamalarına yol açabilmektedir (Şahin ve Çepni, 2011). Bu tür yanlış anlamalar, bilimsel olarak doğru olmayan bilgiye dayalı kavram yanılgıları olarak adlandırılmakta ve öğrenci öğrenimini doğrudan etkilemektedir (Arslan ve ark., 2012). Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları, fen eğitimi bağlamında farklı disiplinlerde incelenmiş olup bu yanılgılar özellikle fizik eğitimi alanında, Newton Yasaları gibi temel konular üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür (Fратиwi ve ark., 2018; Kartal, 2024; Liu ve Fang, 2016). Kavram yanılgıları, yalnızca öğrencilerin öğrenme süreçlerini olumsuz etkilemekle kalmaz; aynı zamanda öğretim stratejilerinin belirlenmesinde de yol gösterici bir role sahiptir. Bu nedenle, öğrenci kavram yanılgılarının tespit edilmesi, fen eğitiminde etkili öğretim yöntemleri geliştirmek açısından kritik öneme sahiptir. Kavram yanılgılarının belirlenmesinde sıklıkla tanısal testler kullanılmaktadır (Liampa ve ark., 2019). Tanısal testler, öğrencilerin belirli bir konuda sahip olduğu yanlış veya eksik kavramsal anlayışları ortaya çıkarmada etkili bir araçtır. Dünya genelinde birçok araştırmacı, fen eğitimi alanında öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlemek için tanısal testleri kullanmaktadır

(Bayraktar, 2009; Gurel ve ark., 2015; Kaltakci-Gurel ve ark., 2017; Mainali ve Heck, 2017; Samsudin ve ark., 2017). Gurel ve ark. (2015), tanısal testlerin yalnızca bir ölçme aracı olmadığını, aynı zamanda çözülmesi zor görünen ve tekrar eden öğrenme sorunlarını ortaya çıkartan etkili bir değerlendirme yöntemi olduğunu belirtmiştir. Bu testler, öğretmenlere öğrencilerin kavramsal anlayışları hakkında doğrudan bilgiler sunar. Böylece öğretmenler, öğrencilerin karşılaştığı kavram yanlışlarını belirleyebilir ve bu doğrultuda alternatif öğretim yöntemleri geliştirebilir. Bu yöntemler, öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermeye ve kavramları doğru şekilde öğrenmelerine yardımcı olur (Adams ve Wieman, 2010). Öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesi sürecinde, öğretmenlerin öğrencilerin ön bilgilerini dikkate alması ve onları anlamlandırma sürecine dâhil etmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, öğrencilerin yanlış ön bilgilerinin tespit edilmesi ve uygun öğretim stratejileriyle desteklenmesi, kavram öğreniminin kalıcılığını artırmaktadır. Fen eğitimi araştırmalarında, tanısal testler ve nitel veri toplama yöntemleri birlikte kullanıldığında öğretmenler öğrencilerin kavramsal anlayışlarını daha kapsamlı ve derinlemesine değerlendirebilirler. Bu sayede hem öğretim yöntemleri iyileştirilir hem de öğrencilerin bilimsel düşünme becerileri güçlendirilir (Gurel ve ark., 2015; Samsudin ve ark., 2017). Kavram öğreniminde karşılaşılan zorluklar, öğrencilerin ön bilgilerinden kaynaklanan bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışları, fen eğitiminde dikkate alınması gereken kritik durum haline gelmektedir. Fen eğitiminde amaç, öğrencilerin doğru kavram anlayışına ulaşmalarını sağlamak, yanlış bilgileri düzeltmek ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmektir (Arslan ve ark., 2012). Tanısal testler, bu sürecin etkin bir biçimde yürütülmesine olanak sağlayarak hem öğrencilerin öğrenme süreçlerini hem de öğretim stratejilerinin etkinliğini değerlendirmede önemli bir rol oynar. Bu bağlamda, kavram yanlışlarının belirlenmesi ve uygun öğretim yaklaşımlarının geliştirilmesi, fen eğitiminde öğrencilerin akademik başarılarının artırılmasına doğrudan katkı sağlamaktadır (Kıray ve Şimsek, 2021).

İnsan-teknoloji etkileşimi, bilgi teknolojileri ve eğitimdeki hızlı gelişmelere paralel olarak önem kazanmıştır. Öğrenciler günümüzde e-öğrenmeye daha fazla katılım göstermektedir çünkü bu tür öğrenme; istedikleri zaman ve mekânda, kendileri için uygun koşullarda gerçekleştirilebilmektedir. Web 2.0 teknolojilerinin kullanımına yönelik yapılan bir çalışma, ortaokul düzeyinde etkileşimli öğrenmenin etkili bir yöntem olduğunu göstermiş ve öğrencilerde yüksek başarı elde edilmiştir (Zacharia ve De Jong, 2014). Bu bağlamda bilgisayar tabanlı öğrenme ortamları, kavram öğretiminde önemli bir alternatif olarak görülmektedir (Gunawan ve ark., 2018). Tüysüz (2010), bilgisayar

tabanlı materyallerin laboratuvar etkinliklerinde öğrencilerin ilgisini artırdığını ve öğrenme çıktılarının gelişmesine katkı sağladığını belirtmektedir. Ayrıca laboratuvar etkinliklerinin fizik eğitiminde merkezi bir rolü olduğu, ancak yetersiz donanımın öğrenme sonuçlarını olumsuz etkileyebileceği ifade edilmiştir (Gunawan ve ark., 2018). Bu soruna çözüm olarak sanal laboratuvarlar öğrencilerin soyut kavramları görselleştirmesine ve deneysel süreçleri güvenli ve tekrar edilebilir şekilde deneyimlemesine imkân tanımaktadır. Simülasyonlar, kavram öğretiminde öğrencilerin soyut bilgileri anlamalarını ve kendi öğrenme süreçlerini aktif biçimde yönetmelerini sağlayan güçlü araçlardır. Animasyon ve simülasyonlar, öğrencilerin soyut kavramları görselleştirerek zihinsel modeller oluşturmalarına imkân tanır ve böylece kavramsal anlayışlarını derinleştirir (Kartal, 2017; Kartal ve Taşdemir, 2023; Tüysüz, 2010). Öğrenciler, simülasyonlar aracılığıyla gerçek deneylerde gözlemleyemeyecekleri süreçleri deneyimleyebilir; değişkenleri kontrol edebilir ve sonuçlarını gözlemleyebilir. Bu, öğrencilerin yalnızca bilgiyi ezberlemelerini değil; aynı zamanda bilgiyi uygulama ve analiz etme becerilerini geliştirmelerini sağlar. İyi tasarlanmış simülasyonlar, öğrencilerin kendi hipotezlerini geliştirmelerine, deneysel yollarla problem çözme stratejileri oluşturmalarına ve bilişsel stillerini öğrenme sürecine yansıtma imkân verir. Karmaşık ve soyut kavramlar teknoloji aracılığıyla basitleştirilir, bu da öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenme fırsatlarını artırarak öğrencilerde kavramsal anlamayı güçlendirir. Simülasyonlar ve sanal uygulamalar, kavram öğretiminde hem anlamayı kolaylaştıran hem de öğrenciyi aktif öğrenmeye dahil eden bir araç olarak öne çıkar. Öğrenciler, simülasyonlarla kendi öğrenme süreçlerini kontrol edebilir; deneyimleyerek öğrenebilir ve kavramları kalıcı bir şekilde benimseyebilir (Zacharia ve De Jong, 2014). Bu nedenle fen ve matematik gibi soyut kavramların yoğun olduğu derslerde simülasyon kullanımı, kavramsal anlayışın geliştirilmesi açısından kritik bir rol oynar. Sanal laboratuvarlar; uygulamalar, simülasyonlar, oyunlar, öğretici içerikler ve problem çözme etkinlikleri gibi zengin öğrenme deneyimleri sunmaya yardımcı olur. Öğrenciler, gerçek laboratuvarda görülmesi veya hayal edilmesi zor olan mikroskobik süreçleri bilgisayar animasyonlarıyla gözlemleyebilir. Araştırmalar, sanal laboratuvarların özellikle fizikteki soyut konularda (örneğin; kuvvet, hareket ivme, momentum vb.) kavramsal anlayışı geliştirdiğini göstermektedir (Tüysüz, 2010; Wancham ve ark., 2022).

1.1. Kavram Yanılgısı

Öğrenme, bireyin zihninde bulunan kavramlarla yeni kavramlar arasındaki etkileşimin bir ürünüdür (Çepni ve ark., 2020). Ancak bireylerin zihinlerindeki kavramlar ile bilimsel kavramlar arasında fark varsa bu farklar kavram yanılgısı olarak adlandırılır (Kıray ve Şimşek, 2021; Posner ve ark., 1982). Bu bağlamda öğrencilerin yeni bilgileri anlamlandırabilmeleri, sahip oldukları mevcut kavramsal yapılarla doğrudan ilişkilidir. Ancak öğrencilerin sahip oldukları bu kavramsal yapılar her zaman bilimsel gerçeklerle uyumlu olmayabilir. Posner ve ark. (1982) öğrencilerin kendi bilişsel yapılarında anlamlı olduğunu düşündükleri fakat aslında bilimsel açıdan doğru olmayan kavramlara dayalı alternatif yapılar oluşturduklarını vurgulamışlardır. Bu durum yalnızca öğrencilerle sınırlı kalmayıp öğretmenler ve öğretmen adaylarında da görülebilmektedir. Literatürde öğretmenlerin de bilimsel olarak kabul edilen gerçeklerden farklı görüşlere sahip olabildiklerine dair bulgular yer almaktadır (Demirçalı, 2006; Kerr ve ark., 2006). Nitekim Demirçalı (2006), öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada özellikle kuvvet ve hareket konularında yoğun kavram yanılgılarının bulunduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada büyük çoğunluğun “Hareketi sürdürmek için hareket yönünde bir kuvvet gereklidir.” şeklinde alternatif bir kavrama sahip olduğu görülmüştür. Bu örnek, fen bilimleri öğretiminde karşılaşılan en yaygın sorunlardan birini yansıtmaktadır. Öğrenciler günlük deneyimlerinden yola çıkarak kendi açıklamalarını geliştirmekte, ancak bu açıklamalar çoğu zaman bilimsel doğrularla örtüşmemektedir. Bu noktada öğretmen adaylarının doğru kavramları öğrenememeleri, gelecekte öğrencilerinde de benzer kavram yanılgılarının ortaya çıkmasına yol açabilmektedir. Yapılan araştırmalar, bireylerin sahip oldukları alternatif kavramları ortadan kaldırmanın oldukça zor olduğunu göstermektedir (Clement, 1982; McDermot, 2001; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Bu kavramların yalnızca anlamlı öğrenmeyi engellemediği, aynı zamanda yeni alternatif kavramların oluşmasına da neden olabileceği belirtilmektedir. Örneğin bir öğrenci kuvvet ve hareket ilişkisini yanlış kavradığında hız ya da ivme gibi daha ileri kavramları öğrenirken de yanlış anlamalar zinciri devam etmektedir. Dolayısıyla alternatif kavramların varlığı, sadece o anki öğrenme sürecini değil; ilerleyen dönemlerde edinilecek bilgilerin de doğruluğunu olumsuz etkilemektedir. Kavram yanılgılarının etkisi yalnızca eğitim süreciyle sınırlı değildir. Doğru öğrenilmeyen kavram veya bilgi parçalarının bireylerin gelecekteki akademik yaşamlarını etkilediği, günlük ve mesleki yaşamlarında anlama ve kavrama konusunda çok daha büyük sorunlara yol açabileceği ifade edilmektedir (Kaya, 2010; Töman ve ark., 2013). Kaya (2010), yanlış ya da eksik

öğrenilen kavramların bazı konuların anlaşılmasını zorlaştırmasının yanı sıra, öğretmen adaylarının meslek hayatlarını da doğrudan etkileyeceğini belirtmiştir. Öğretmen adayları yanlış kavramlarla mezun olduklarında öğrencilerde de benzer yanlışlar geliştirmelerine neden olabilmektedir. Bradley ve Mosimege (1998), öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının, ileride öğrencilerinin de kavram yanlışlarına sahip olmasına yol açabileceğini ifade etmiştir. Bu nedenle öğretmen adaylarının temel fizik kavramlarını doğru anlamaları ve aktarmaları büyük önem taşımaktadır. Aksi durumda öğrencilerin fen bilimleri derslerine olan ilgisi azalabilir, akademik başarıları düşebilir ve kavram yanlışları nesilden nesile aktarılabilir. Bu açıdan öğretmen yetiştirme programlarında kavram öğretimine daha fazla önem verilmesi gerektiği söylenebilir. Fen bilimlerinde özellikle kuvvet, hareket, hız, ivme ve yer değiştirme gibi temel fizik kavramları öğrencilerin günlük hayatlarında sıkça karşılaştıkları olgularla doğrudan bağlantılıdır. Ancak günlük gözlemlerden çıkarılan sezgisel açıklamalar, bilimsel doğrulardan farklı olabilir. Öğretmen adaylarının bu kavramları nasıl algıladıklarını ortaya koymak hem kavram öğretimindeki zorlukların anlaşılmasını hem de öğretim yöntemlerinin geliştirilmesini sağlayabilir. Wancham ve ark. (2022), ortaöğretim ve yükseköğretim öğrencilerinin kuvvet ve hareket yasalarına ilişkin sahip oldukları yaygın kavram yanlışlarını sentezlemiş ve bunları sistematik biçimde gruplandırmıştır. Bu tür çalışmalar, öğretim sürecinde hangi kavramlarda yoğun yanlışlar yaşandığını belirlemeye ve bu alanlara yönelik etkili öğretim stratejileri geliştirmeye katkı sağlamaktadır. Öğrencilerin ve öğretmen adaylarının yanlış anlamalarının kaynağını ortaya koymak, doğru kavramsal öğrenmenin önünü açmak açısından kritik bir adımdır. Sonuç olarak kavramsal anlama fen eğitiminin merkezinde yer almakta ve öğrencilerin akademik başarıları kadar öğretmen adaylarının mesleki yeterliklerini de doğrudan etkilemektedir. Alternatif kavramların kalıcılığı, anlamlı öğrenmeyi zorlaştırması ve yeni kavram yanlışlarının oluşmasına yol açması (Clement, 1982; McDermot, 2001; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003), bu konuda daha bilinçli öğretim yaklaşımlarının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanlışlarının gelecekte öğrencilerine de yansıtacağı (Bradley ve Mosimege, 1998) göz önünde bulundurulduğunda kavram öğretiminde yapılacak araştırmaların ve öğretimsel yeniliklerin önemi daha da artmaktadır. Bu çerçevede, öğretmen adaylarının temel fizik kavramlarını nasıl algıladıklarını belirlemek ve bu algıları bilimsel doğrularla uyumlu hâle getirecek yöntemler geliştirmek, fen eğitiminin en önemli hedeflerinden biri olmalıdır. Wancham ve ark. (2022) Kuvvet ve hareket kanunları konularına dayalı olarak

27 kavram yanılığını altı kategoriye ayırmışlardır. Sentezledikleri kavram yanılığını kategorilere göre Tablo 1.1 de gösterilmiştir (akt. Kartal, 2024).

Tablo 1.1. Kuvvet ve Hareket Kavramaları ile İlgili Kavram Yanılığını

Kategori	Kavram Yanılığını
Bileşke kuvvet	Bir cisim büyük kuvvete doğru hareket eder. Bir cisim, son kuvvetin yönünde yönünü değiştirir.
Newton'un birinci hareket yasası	Bir nesne, kuvvet aşındıktan sonra nesnenin hareket etmesini sağlamak için uygulanan kuvveti bir ivme olarak depolar. Bir itici güç, nesnelerin hareket etmesini sağlar. Bir nesnenin yörüngesi, uygulanan itici güce bağlıdır.
Newton'un ikinci hareket yasası	Hareket yoksa cisme etki eden kuvvet de yoktur. Hareketli bir cisim, kuvvet durdurulduğunda durur. Hareket varsa cisme hareket yönünde etki eden bir kuvvet vardır. Duran bir cisme etki eden bir kuvvet varsa cisim hareket edecektir. Bir cisim hareket ederken hareket yönünde bir kuvvet vardır. Kuvvet ile hız arasında doğrusal bir ilişki vardır. Başka bir deyişle sabit bir hız, sürekli kuvvet. Sabit bir ivmeyle hareket eden bir nesne, sürekli değişen bir kuvvete ihtiyaç duyar. Kuvvetler, canlı veya hareket eden şeylerden kaynaklanır. Kuvvetler, yalnızca bir nesnenin bir nesneye dokunmasından kaynaklanabilir.
Newton'un üçüncü hareket yasası	Bir etki-tepki kuvvet çifti, aynı nesneye etki eder. İki nesne arasında uygulanan kuvvetlere göre, kütle ne kadar büyükse o kadar büyük kuvvet uygular. İki cisim arasında uygulanan kuvvetlere göre, büyük olan cisim daha büyük kuvvet uygular. İki cisim arasında uygulanan kuvvetlere göre, en aktif olan cisim daha büyük kuvveti uygular. Bir nesne bir engele doğru hareket ettiğinde engel hareketi yönlendirir veya durdurur ancak uygulanan kuvvetin aracısı olamaz.
Sürtünme kuvveti	Sürtünme kuvveti, hareket eden bir nesneye etki eder. Sürtünme kuvveti, her zaman hareket yönünün tersine etki eder. Bir nesne hareket etmeye başladığında statik sürtünme kuvveti minimumdur. Statik sürtünme kuvveti sabittir ve statik sürtünme katsayısının normal kuvvetle çarpımına eşittir.
Yer çekimi kuvveti	Serbest düşüşte daha ağır bir ağırlık, daha büyük bir ivmeye neden olur. Başka bir deyişle daha ağır nesneler daha hızlı düşer. Bir nesne yalnızca yeryüzündeyken ona etki eden yer çekimi kuvveti vardır. Yer çekimi kuvveti sabit bir değere sahiptir ve her yerde aynıdır. Yer çekimi kuvveti, bir itici güç aşınıncaya kadar etkili olmaz.

Bileşke kuvvet, fizikte bir cismin üzerine etki eden tüm kuvvetlerin vektörel toplamını temsil eder. Bu kuvvetlerin büyüklükleri, yönleri ve uygulama noktaları hesaba katılarak bulunur. Newton'un ikinci hareket yasasına göre bir cismin ivmesi, üzerine etki

eden toplam kuvvetin kütlesi ile çarpımına eşittir ($F = m * a$). Cismin dengede olup olmaması veya hareket etmesi, bileşke kuvvet tarafından belirlenir. Bileşke kuvvetin doğru hesaplanması, fizik problemlerini ve mekanik olayları anlamak için önemlidir; mühendislik ve bilim alanlarında kullanılır (Serway ve Beichner, 2011). Newton'un birinci hareket yasası, bir cismin üzerine net bir dış kuvvet etki etmediği durumda, cismin duracağını veya sabit hızda düz çizgi üzerinde devam edeceğini belirtir. Yani, eğer cisim durağan durumdaysa bu durumu korur, eğer hareket halindeyse sabit bir hızda devam eder. Birinci hareket yasası, cisimlerin durağanlık veya devam eden hareket durumlarını anlamak için temel bir prensiptir. Eğer bir cisimde net bir kuvvet etkisi yoksa hız ve hareket durumu değişmez. Bu prensip, fizikte cisimlerin doğal eğilimlerini anlamak ve tahmin etmek için önemli bir araçtır (Kurt ve Akdeniz, 2004). Newton'un ikinci hareket yasası, cisimlerin hareketini matematiksel olarak açıklar. Yasaya göre bir cismin ivmesi, üzerine etki eden net kuvvetin kütlesi ile çarpımına eşittir ($F = m*a$). Bu denklem, bir cismin hızındaki veya hareketindeki değişiklikleri ifade eder. Eğer bir cisim üzerine net bir kuvvet etki ediyorsa cismin ivmesi değişir ve bu durum, cismin hızındaki artış veya azalış olarak gözlemlenir. İkinci hareket yasası, fizikteki temel prensiplerden biridir ve cisimlerin hareketini anlamak, hesaplamak ve tahmin etmek için yaygın bir şekilde kullanılır (Atasoy ve Akdeniz, 2007). Newton'un üçüncü hareket yasası, her eylemin bir tepkiye sebep olduğunu belirten bir ilkedir. Bu yasa, bir cismin başka bir cisim üzerine uyguladığı kuvvetin, ikinci cisim tarafından aynı büyüklükte, ancak zıt yönde bir kuvvetle karşılandığını ifade eder. Bu prensip, etkileşimlerdeki kuvvet çiftlerini ve dengeyi anlamak açısından kritiktir; özellikle roket motorlarının çalışması gibi uygulamalarda temel bir rol oynar (Serway ve Beichner, 2011). Sürtünme kuvveti, iki yüzeyin birbirine temas ettiğinde ortaya çıkan direnç kuvvetidir. Cisimlerin hareketini etkiler ve genellikle hareketin karşıt yönünde gerçekleşir. Kinetik sürtünme, hareket eden bir cismin hızını azaltır; statik sürtünme ise cismin hareket etmeye başlamadan önce uygulanan dış kuvveti dengeleyen kuvveti temsil eder. Sürtünme kuvveti, cisimler arasındaki sürtünme katsayısı ve normal kuvvetle ilişkilidir. Bu kuvvet, mühendislik ve fizikte birçok uygulamada önemlidir çünkü cisimler arasındaki etkileşimleri ve hareketi anlamak için temel bir faktördür (Taşkın ve Moğol, 2017). Yerçekimi kuvveti, bir cismin kütle ve Dünya arasındaki çekim etkileşiminden kaynaklanan kuvvettir. Bu kuvvet, cisimleri yeryüzüne çeker ve düşmelerine neden olur. Yerçekimi, genellikle $F=m*g$ formülü ile ifade edilir. Burada F , yerçekimi kuvveti; m , cismin kütlesi ve g , yerçekimi ivmesidir. Dünya üzerinde genellikle $g \approx 9.8 \text{ m/s}^2$ olarak kabul edilir. Yerçekimi, evrensel bir kuvvet olup gezegenler

arası hareketi, düşme olaylarını ve birçok doğal olayı anlamada temel bir rol oynar (Küçük, 2005). Kavram yanlışları, öğrencilerin bilimsel eğitim almadıklarında ortaya çıkan önyargılı düşünceler ve bilimsel olmayan inançlar nedeniyle bilimsel teorilere aykırı anlamalarıdır. Olgusal kavram yanlışları, öğrencilerin çocukluklarında yanlış gerçekleri öğrendikleri ve yetişkinliklerinde hala sürdürdükleri yanlış gerçeklerden kaynaklanan kavram yanlışlarıdır (Töman ve ark., 2013). Kavram yanlışları, günlük yaşamda ve bilimsel bağlamlarda kullanıldığında anlamları farklı olan kelimelerin kullanılmasından kaynaklanan düşüncelerdir (Yasri, 2014). Öğrenci kavram yanlışları, öğrenmenin temelini oluşturduğu için kavramların öğrenilmesine engel olacaktır. Öğrenciler, mevcut bilgilerini yeni bilgilerle ilişkilendiremeyecek ve bu da öğrenmede başarısızlığa yol açacaktır. Öğrenciler; öğrenme motivasyonlarını kaybetmenin yanı sıra kavram yanlışlarını, günlük yaşamlarında yanlış bir şekilde uygulayacaklardır (Gurel ve ark., 2015). Bu kapsamda bireylerin kavram yanlışlarının tespit edilmesi önemlidir. Son yıllarda öğrencilerin fen konularında kavram yanlışlarına ilişkin tanı testlerinde önemli bir gelişme yaşanmaktadır (Kaniawati ve ark., 2019). Bayraktar (2009), Türk öğretmen adaylarının sıklıkla karşılaştıkları kavram yanlışlarını şu şekilde özetlemiştir: Hareket için kuvvet gerekliliği: Öğrenciler, bir nesne hareket ediyorsa üzerine sürekli kuvvet uygulanması gerektiğini düşünür.

- İtici: Bir kuvvet nesneye etki ettiğinde “itici bir özellik” kazandırır ve kuvvet kesilse bile hareketi sürdürür; yerçekimi etkisi ise itici özellik azalana kadar hissedilmez.
- Konum-hız ve hız-ivme karışıklığı: Öğrenciler, aynı konumdaki nesnelerin hızlarının aynı olduğunu veya aynı hızdaki nesnelerin aynı ivmeye sahip olması gerektiğini düşünür.
- Ağırlık ve düşme: Daha ağır cisimlerin serbest düşmede daha hızlı düştüğüne veya yerçekiminin kısa mesafede değiştiğine inanılır.
- Etki-tepki: Öğrenciler, etki ve tepkinin aynı nesneye uygulandığını düşünür.
- Baskınlık fikri: Etkileşim, kuvvetler arasında bir mücadele olarak görülür; daha büyük veya daha aktif nesnenin daha fazla kuvvet uygulayacağı varsayılır.

Öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konusundaki yaygın kavram yanlışları, temel olarak Newton'un yasalarının yanlış anlaşılmasından ve günlük deneyimlerin bilimsel yorumla karıştırılmasından kaynaklanır. Birincisi, hareketin sürekli bir kuvvet

gerektirdiği yanılığı, öğrencilerin günlük yaşamda sürtünme ve dirençle karşılaştıkları deneyimlerden türetilir; hareket eden nesnelere durması, kuvvetin kesildiği anlamına geldiği gibi yanlış bir genelleme yapılmasına yol açar. İkincisi, itki, öğrencilerin nesnelere uygulanan kuvvetin nesnede kalıcı bir hareket özelliği yarattığını ve yerçekiminin yalnızca itici özellik azaldığında etkili olduğunu düşünmelerine neden olur. Üçüncü yanılığ, konum-hız ve hız-ivme karışıklığıdır; öğrenciler, hız ve ivme arasındaki ilişkiyi yanlış yorumlar, kuvvet ile hız arasında lineer bir bağ olduğunu varsayar. Dördüncü olarak daha ağır nesnelere daha hızlı düştüğü yanılığı, Galileo deneylerinin yanlış anlaşılmasından kaynaklanır. Beşinci yanılığ, etki-tepki çiftlerinin aynı nesneye uygulandığı düşünçesidir. Baskınlık fikri, etkileşimi bir mücadele olarak görüp daha büyük veya daha aktif nesnenin daha fazla kuvvet uygulayacağı varsayımına dayanır. Bu yanılığlar, öğrencilerin temel fizik kavramlarının kavram yanılığlarına yol açtığı için kavram yanılığlarının erken dönemde tespit edilmesi ve sistematik olarak değerlendirilmesi, etkili bir öğretim tasarımı ve öğrenme süreci için büyük önem taşımaktadır (Gürel ve ark., 2015; şimşek ve Kıray, 2016).

1.1.1. Kavram yanılığlarının tespiti

Öğrencilerin kavram yanılığlarını tespit etmek, fen eğitimi araştırmalarında kritik bir yere sahiptir. Kavram yanılığları yalnızca anlık hatalar değil, öğrencilerin bilimsel olayları anlamlandırma biçimlerini uzun vadede etkileyen kalıcı zihinsel modellerdir (şimşek ve Kıray, 2016) Bu nedenle doğru yöntemlerle belirlenmeleri, öğretim süreçlerinin planlanmasında ve öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerinin geliştirilmesinde temel bir rol oynamaktadır. Literatürde bu amaçla kullanılan başlıca teknikler arasında görüşmeler, açık uçlu testler, sıradan çoktan seçmeli testler ve çok aşamalı testler yer almaktadır (Baran ve Sözbilir, 2017; Gürel ve ark., 2015; Gürel ve ark., 2017). Görüşmeler, öğrencilerin bilişsel yapılarını ortaya çıkarmada en etkili yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu teknik, öğrencilerin belirli bir kavrama ilişkin sahip oldukları alternatif fikirleri derinlemesine analiz etme fırsatı vermekte ve onların düşünme süreçlerine ilişkin kapsamlı raporlar hazırlanmasına imkân tanımaktadır (Gürel ve ark., 2017). Nitelikli bir şekilde gerçekleştirilen görüşmeler, öğrencilerin yalnızca doğru cevaba ulaşıp ulaşmadıklarını değil; aynı zamanda kavramlara yükledikleri anlamları da açığa çıkarmaktadır (Saat ve ark., 2016). Ancak görüşmelerin en önemli sınırlılığı, zaman alıcı olmalarıdır. Çok sayıda öğrenciyle görüşme yapmak hem araştırmacılar hem de öğretmenler açısından oldukça güçtür ve bu durum yöntemin

geniş ölçekli çalışmalarda kullanımını sınırlandırmaktadır (Adadan ve Savaşçı, 2012; Gürel ve ark., 2015). Açık uçlu sorular da kavram yanılgılarını belirlemede sıklıkla kullanılan bir tekniktir. Bu tür sorular, öğrencilere kendi düşüncelerini serbestçe ifade etme imkânı verir ve onların zihinsel modellerine dair önemli ipuçları sunmaktadır. Ancak değerlendirme süreci oldukça zordur. Öğrencilerin verdikleri yanıtların çeşitliliği ve dil kullanımındaki farklılıklar, analiz aşamasında güçlükler yaratabilmektedir. Ayrıca öğrenciler, genellikle cevaplarını uzun cümlelerle açıklamaya istekli olmadıkları için elde edilen veriler eksik veya yüzeysel kalabilmektedir (Gürel ve ark., 2015; Wittman, 1998). Sıradan çoktan seçmeli testler; geçerlik, güvenilirlik, puanlama kolaylığı ve yönetilebilirlik açısından avantajlıdır. Öğretmenler, bu testler sayesinde öğrencilerin bilimsel kavramlara ilişkin bilgi düzeylerini hızlıca değerlendirebilirler. Ancak bu testlerin önemli bir sınırlılığı, öğrencilerin yanlış cevaplarının ardında yatan nedenlere ulaşamamaktır. Yani yalnızca doğru–yanlış ayrımı yapılır, kavram yanılgısının kaynağı net olarak görülemez. Bu eksikliğini gidermek amacıyla geliştirilen çok aşamalı testler, öğrencilere yalnızca doğru seçeneği işaretletmekle kalmaz; aynı zamanda verdikleri cevabı gerekçelendirmelerini de ister. Böylece öğrencilerin düşünme süreçleri daha ayrıntılı biçimde incelenebilir ve kavram yanılgılarının hangi bilişsel temellere dayandığı anlaşılabilir (Gürel ve ark., 2017). Sonuç olarak her tekniğin kendine özgü avantaj ve sınırlılıkları bulunmaktadır. Görüşmeler derinlemesine bilgi sağlarken zaman alıcıdır, açık uçlu testler öğrencilerin düşüncelerini özgürce ifade etmelerine olanak tanırken değerlendirilmesi güçtür; çoktan seçmeli testler uygulama açısından pratik olsa da kavram yanılgılarının nedenini açığa çıkarmaz; çok aşamalı testler ise bu açığı kapatma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle öğretmen ve araştırmacılar, öğrencilerin kavram yanılgılarını doğru biçimde tespit etmek için farklı yöntemleri bir arada kullanmalı ve elde edilen verileri birbirini tamamlayacak şekilde değerlendirmelidir. Ancak Chang ve ark. (2010), çoktan seçmeli soruların bazı sınırlamalarını ve dezavantajlarını şöyle belirtmişlerdir:

- Öğrencinin cevapları seçeneklerden tahmin edebiliyor olması, hata testin güvenilirliğini azaltır.
- Seçilen seçenekler, öğrenci fikirlerine veya kavramsal anlayışa ilişkin derin bir anlayış sağlamaz.
- Öğrenciler, her cevabı çok sınırlı seçenekler arasından seçmeye zorlanır.

Eğer maddeler iyi tasarlanmadıysa çoktan seçmeli testler öğrencinin konu hakkındaki fikirlerini yeterince ölçemiyorsa ve öğrenciler tahmin ederek doğru cevaplara

ulaşabiliyorsa öğrencilerin kavram yanlışlarını teşhis edebilmesinde büyük soruna neden olabilir. Başka bir deyişle doğru yanıtlar, doğru bilimsel anlayışın varlığıyla örtüşmeyebilir. Bu nedenle öğrencilerin kavram yanlışlarını teşhis etmede kullanılan sıradan çoktan seçmeli testlerin sınırlamalarını telafi etmek için çoktan seçmeli testler yerine iki, üç veya dört aşamalı testler oluşturulmuştur (Taban ve Kıray, 2021). Kavram yanlışlarını tespit etmek için kullanılan çok aşamalı kavram yanlışlığı testleri, ilk olarak iki aşamalı tanı testleri olarak ortaya çıkmıştır. Treagust (1986), iki aşamalı testlerin ilk aşamasının iki veya üç seçeneikli çoktan seçmeli test olarak hazırlanabileceğini belirtmiştir. Testin ikinci aşamasının, birinci aşamada verilen cevaba göre oluşturulan dört seçeneikli bir neden aşaması olarak hazırlanır. Neden katmanı; doğru cevap, kavram yanlışlığı ve olası yanlış cevaplardan oluşur. Bu şekilde birinci aşaması içerik, ikinci aşaması ise sebep olmak üzere iki aşamalı testler oluşturulur (Treagust, 1988).

İki aşamalı kavram yanlışlığı teşhis testleri zamanla yerini üç aşamalı testlere bırakmıştır. Üç aşamalı testlerde araştırmacılar, çoktan seçmeli bir test oluştururlar; birinci kademesi sıradan bir çoktan seçmeli testi, ikinci kademesi sebep soran çoktan seçmeli bir test sorusunu ve üçüncü kademesi ise öğrencilerin verilen cevaplara olan güven düzeylerini soran bir ölçeği içermektedir. İki aşamalı testlerin bilgi eksikliği ile kavram yanlışlığını ayırt edemediğini belirten eden araştırmacılar (Caleon ve Subramaniam, 2010; Taban ve Kıray, 2019), Treagust (1986) tarafından tanımlanan iki aşamalı testlere üçüncü bir aşama ekleyerek üç aşamalı tanı testleri geliştirmişlerdir. Sonuç olarak üç aşamalı testlerin öğrencilerin bilgi eksikliklerini, kavram yanlışlarından ayırma avantajı vardır. Üç aşamalı testler dolayısıyla öğrencilerin kavram yanlışlarını sıradan çoktan seçmeli testlere ve iki aşamalı testlere göre daha geçerli ve güvenilir bir şekilde değerlendirdiği düşünülmektedir. Üç aşamalı testlerin, kavram yanlışlarını ve bilgi eksikliklerini hatalardan arındırarak geçerli bir şekilde ölçtüğü düşünülmüş olmasına rağmen bu testlerdeki birinci ve ikinci aşamalara yönelik gizli puanlama nedeniyle hala bazı sınırlamaları bulunmaktadır. "Gizli puanlama", testin birinci ve ikinci aşamalarındaki öğrenci güvenini belirlemek amacıyla yapılan değerlendirmeyi ifade eder.

Dört aşamalı tanı testleri, içerik katmanından sonra üç aşamalı teste bir güven katmanı daha eklenerek oluşturulmuştur (Caleon ve Subramaniam, 2010). Böylece sırasıyla çoktan seçmeli soru, güven düzeyi, gerekçe ve ikinci güven düzeyi olmak üzere dört aşamalı tanısal yanlışlığı testleri ortaya çıkmıştır. Örneğin dört aşamalı bir testte, bir öğrenci birinci aşamada ana soruya doğru cevap verir ve bu aşama için cevabına eminse ardından üçüncü aşamada düşünce sorusuna doğru cevap verir ancak bu aşama için

cevabından emin değilse araştırmacının bu madde için öğrenci cevabına dair kararı "bilgi eksikliği" olacaktır. Çünkü öğrenci cevabının en az bir aşamasında şüphedir. Ancak aynı öğrenci, güven derecelendirmesinin iki aşama için birlikte sorulduğu paralel bir üç aşamalı testte, aynı aşamalardan en az biri için emin olmadığından "emin" veya "emin değil" seçebilir. "Emin değil" seerse araştırmacının kararı, öğrencinin "bilgi eksikliği" olduğu yönünde olacaktır ancak öğrenci "emin" seerse araştırmacının bu madde için öğrenci cevabına dair kararı, öğrencinin bu konuda "bilimsel bilgiye" sahip olduğu olacaktır. Bu bakımdan kavram yanılığlarının tespit edilmesi ve giderilmesi önemli bir konudur. Kuhn'un paradigma değişimi kavramına veya Piaget'nin uyum kavramına karşılık gelen ve en öne çıkan kavramsal değişim teorilerinden biri Posner ve ark. (1982) tarafından tanımlanmıştır. Eğer öğrencinin mevcut anlayışı işlevsel ve öğrenci problemleri mevcut kavramsal şema içerisinde çözebiliyorsa öğrencinin mevcut anlayışını değiştirme ihtiyacı hissetmeyeceğini ileri sürmüşlerdir (Taban ve Kıray, 2019). Posner ve ark. (1988), kavram yanılığlarının değiştirilebilmesi için bireylerdeki süreci şu şekilde özetlemiştir: Var olan kavramlardan memnuniyetsizlik olmalıdır. Bilim insanları ve öğrencilerin daha az radikal değişikliklerin işe yaramayacağına inanana kadar kavramlarında büyük değişiklikler yapmaları pek olası değildir. Birey, deneyimin yeni bir kavramla nasıl yapılandırılabilmeğini kavrayabilmeli ve onun doğasında var olan olasılıkları keşfedebilmelidir. Genellikle yeni kavramlara ilk anlam ve anlaşılabilirlik kazandırmada analogilerin ve metaforların önemini vurgularlar. Yeni bir kavram başlangıçta makul görünmelidir. Kabul edilen herhangi bir yeni kavram, en azından öncekilerin ürettiği sorunları çözme kapasitesine sahip görünmelidir. Aksi takdirde makul bir seçim gibi görünmeyecektir. Akla yatkınlık, kavramların diğer bilgilerle tutarlılığının da bir sonucudur. Örneğin astronomide yeni bir fikrin, mevcut fiziksel bilgiyle tutarsız olması veya açık bir fiziksel açıklaması olmaması durumunda kabul edilme olasılığı daha düşüktür. 20. yüzyıldan önceki fizik bilimciler, toplamın o zaman diliminde enerji sağlamasına izin verecek hiçbir teoriye sahip olmadıkları için jeologların dünyanın yaşı hakkında iddialarını kabul etmekte isteksizdiler. Yeni bir kavram, verimli bir araştırma programı olasılığını önermelidir. Yeni bir kavram, yeni araştırma alanları açma potansiyeline sahip olmalıdır. Kavramsal değişim teorisi, öğretmen adaylarının kendi önyargıları ile öğretme ve öğrenmeye ilişkin yeni fikirleri arasındaki tutarsızlıkları fark ettiklerinde inançların değiştiğini belirtmektedir (Posner ve ark., 1982). Öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programlarına pek çok önyargı ve kavramsal yanılığıyla başlaması, yalnızca öğrenme süreçlerini değil; aynı zamanda kendi öğretme yeterliklerine

ilişkin algılarını da doğrudan etkiler. Howey ve Zimpher (1996), öğretmen adaylarının öğrenme ve öğretmeyi öğrenmeye dair inançlarının ele alınmasının önemini vurgularlar çünkü bu inançlar, adayların sınıfta ne kadar etkili ve güvenle öğretim yapabileceklerini belirler. Fen bilgisi öğretmenlerinin, yükseköğretim programları aracılığıyla kavram yanlışları döngüsünü kırmaları; adayların kavram yanlışlarını tanıma, azaltma ve ortadan kaldırma yetilerini güçlendirecek etkili uygulamalar geliştirmelerinde kritik bir rol oynar. Bu noktada, sınıflarda kullanılabilen yeni teknolojik gelişmeler, kavram öğretimine odaklanmayı kolaylaştırmakla kalmaz; aynı zamanda öğretmen adaylarının kendi öğretim yeterliklerini deneyimlemelerine ve pekiştirmelerine olanak tanır (Vahey ve ark., 2020). Dolayısıyla kavram yanlışlarının tanınması ve düzeltilmesi süreci, öğretmen adaylarının özyeterlik inançlarının güçlendirilmesiyle doğrudan ilişkilidir; çünkü adaylar, kendi yeterliklerine güven duydukça etkili öğretim stratejilerini uygulama konusunda daha istekli ve kararlı olurlar.

1.1.1.1. Kavram yanlışlarının giderilmesi

Bilimsel ve teknolojideki gelişmelerle birlikte sürekli artmakta, buna paralel olarak bireylerin çeşitli olgulara yükledikleri anlamlar ve kavramların içerikleri zamanla değişmekte ve gelişmektedir (Unsal ve Aydoğdu, 2025). Bu durum, bireylerin mevcut bilgilerini yeniden yapılandırmalarını zorunlu kılmakta ve kavramların yalnızca ezberlenmesi değil, doğru ve işlevsel bir biçimde öğrenilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla kavramsal öğrenme, fen eğitiminin en kritik bileşenlerinden biri haline gelmiştir. Öğrencilerin kavramsal bilgilerinin bireysel farklılıklar, önceki öğrenmeler, öğretim yöntemleri, kullanılan materyaller ve öğrencilerin çevresel deneyimleri gibi pek çok faktörden etkilendiğini göstermektedir (Kartal, 2024; Posner ve ark., 1982). Özellikle fen bilimlerinin temel disiplinleri arasında yer alan kimya ve fizik dersleri, doğrudan gözlemlenemeyen soyut kavramları içermeleri nedeniyle öğrencilerin anlamada güçlük yaşadığı alanlardır. Bu derslerde karşılaşılan başarısızlıkların önemli bir kısmının, konuların karmaşıklığından ve soyutluğundan kaynaklandığı görülmektedir. Çünkü soyut kavramlar; öğrencilerin zihinsel olarak doğrudan deneyimleyemediği, gözlemlenemeyen veya somut nesnelere ilişkilendirilemeyen olguları ifade eder. Bu durum, öğrencilerin bu kavramları anlamlandırmasını zorlaştırmakta ve öğrenme sürecinde daha fazla bilişsel çaba harcamalarını gerektirmektedir. Soyut kavramların öğrenilmesi, öğrencilerin düşünme, analitik çözümlenme ve problem çözme becerilerini aktif olarak kullanmasını gerektirir (Kartal ve Kızıltepe, 2024) dolayısıyla öğretim

sürecinde yalnızca bilgi aktarımı yeterli olmamakta, öğrencilerin kavramları kendi zihinsel yapılarıyla ilişkilendirebilecekleri deneysel, görsel ve etkileşimli öğrenme ortamları sağlanması büyük önem taşımaktadır. Soyut kavramların öğrenilmesi yalnızca bilgi aktarımıyla değil; öğrencilerin zihinsel süreçlerini etkinleştiren, düşünme ve anlamlandırma faaliyetlerini destekleyen öğretim yaklaşımlarıyla mümkündür (Munawar ve Hamdani, 2019). Bu nedenle anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının doğru bir şekilde belirlenmesi, öğrenme sürecinde bu yanlışların farkına varılması ve uygun yöntemlerle ortadan kaldırılması kritik bir önem taşımaktadır. Böylece öğrenciler yalnızca bilgiyi ezberlemekle kalmayıp bilimsel düşünme becerilerini de geliştirme fırsatı bulacaklardır. Unsal ve Aydoğdu (2025), kavram yanlışlarının giderilmesinde genellikle fizik kavramlarına odaklanıldığını, en çok animasyon ve simülasyonların kullanıldığını ve nicel araştırma yöntemlerinin tercih edildiğini belirtmiştir.

Kavram yanlışlarının giderilmesi için Posner ve ark. (1982), kavram yanlışısına sahip bireylerde kavram yanlışlarının giderilmesi için bazı adımlar belirtmiştir:

- *Yeni Bir Kavramın Anlaşılabilirliği*: Yeni kavram, öğrencinin mevcut bilgi yapısı ile ilişkilendirilebilmeli ve mantıksal olarak anlaşılabilir olmalıdır.
- *Yeni Kavramın Mantıklı olması*: Kavram, öğrencinin ön bilgileriyle çelişse bile ilk etapta mantıklı ve kabul edilebilir görünmelidir.
- *Mevcut Anlayışlardan Memnuniyetsizlik*: Yeni kavram, öğrenciye yeni problemleri çözme veya yeni durumları açıklama olanağı sunmalıdır.
- *Mevcut Kavramların Yetersizliğini Fark Etme*: Öğrenci, mevcut yanlış veya eksik kavramlarının yetersiz olduğunu fark etmeli ve değişime ihtiyaç duymalıdır.

Bu aşamaların takip edilmesi, öğrencilerin kavramsal değişim sürecinde sağlıklı bir şekilde yönlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Öncelikle yeni kavramın, öğrencinin mevcut bilgi yapısıyla ilişkilendirilebilmesi ve mantıksal olarak anlaşılabilir olması gerekmektedir; bu, öğrencinin kavramı özümsemesini kolaylaştırır. Ardından kavramın ilk etapta mantıklı ve kabul edilebilir görünmesi, öğrencinin ön bilgileriyle çelişse bile yeni kavramı öğrenmeye açık olmasını sağlar. Öğrencilerin mevcut anlayışlarından memnuniyetsizlik duyması, onları yeni problemleri çözmeye ve farklı durumları açıklamaya yönlendirir. Mevcut kavramlarının yetersizliğini fark eden öğrenciler, değişime ihtiyaç duyacak ve yanlış veya eksik bilgilerini doğru kavramlarla

değiştirme sürecini başlatacaktır. Bu dört aşama, kavramsal değişimin etkin bir şekilde gerçekleşmesi ve öğrencilerin yeni bilgileri kalıcı biçimde benimsemesi için kritik bir çerçeve sunmaktadır. Kavramsal değişimi destekleyen araçlar arasında kavramsal değişim metinleri, kavram haritaları, zihin haritaları, benzetimler, modeller, kavram karikatürleri ve teknoloji yer alır (Çepni ve Çil, 2010). Örneğin, Aydın ve Karyağdı (2023), teknoloji destekli laboratuvarların öğretmen adaylarının kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olduğunu belirtmiştir. Teknoloji kullanımının hem özyeterlik gelişimine destek olduğu hem de kavramsal değişimde rol aldığı görülmektedir (Aydın ve Karyağdı, 2023; Ünsal ve Aydoğdu, 2025).

1.2. Özyeterlik

Özyeterlik inancı, Bandura'nın ortaya koyduğu sosyal öğrenme kuramının merkezinde yer alan en önemli kavramlardan biridir. Bandura'ya göre bireyler, yalnızca sahip oldukları bilgi ve becerilerle değil; aynı zamanda bu bilgi ve becerileri etkili bir biçimde kullanabileceklerine dair inançlarıyla da davranışlarını şekillendirirler. Yeterlik, bir mesleğin veya görevin gerektirdiği hedeflere ulaşmak için gerekli bilgi, beceri ve tutumların başarıyla uygulanabilmesi olarak tanımlanabilir (Bandura, 1986). Bu bağlamda özyeterlik, bireyin belirli bir işi yerine getirebilme konusunda kendine ne kadar güvendiğini ve potansiyelini ne ölçüde yeterli gördüğünü ifade eder. Özyeterlik; bireyin geçmiş yaşantılarından, kişisel özelliklerinden ve içinde bulunduğu sosyal çevreden etkilenir (Bandura, 1997). Dolayısıyla aynı durumda farklı bireylerin özyeterlik düzeyleri değişiklik gösterebilir. Örneğin daha önce benzer bir görevde başarı elde etmiş bir kişi, aynı görevi tekrar üstlenirken yüksek özyeterlik duygusuna sahip olurken, başarısızlık yaşamış olan birinin özyeterlik algısı daha düşük olabilir. Bu durum, özyeterliğin bireysel deneyimlere dayalı olarak sürekli biçimde yeniden şekillenen dinamik bir yapı olduğunu göstermektedir (Schunk ve Pajares, 2002). Bandura (1986), öz-yeterliğin yalnızca bireyin içsel bir inancı olmadığını, aynı zamanda davranışlarını, seçimlerini, gayret düzeyini ve karşılaştığı zorluklara nasıl tepki verdiğini doğrudan etkilediğini ileri sürmüştür. Yüksek özyeterlik inancına sahip bireyler, karşılaştıkları güçlükleri aşmak için daha fazla çaba harcar, başarısızlık durumunda daha kolay toparlanır ve öğrenme süreçlerine daha kararlı bir şekilde katılırlar (Kartal ve ark., 2021). Buna karşılık düşük özyeterlik düzeyine sahip kişiler, zorlayıcı durumlarla karşılaştıklarında daha çabuk vazgeçebilir, başarısızlık ihtimalini büyütürken kendi performanslarını sınırlandırabilirler. Özyeterlik inancının akademik bağlamda da kritik bir rol oynadığı bilinmektedir (Palmer, 2006). Öğrencilerin

başarıya ulaşabilmek için gerekli davranışları planlama, organize etme ve sürdürme kapasiteleri büyük ölçüde özyeterlik algılarına bağlıdır (Bandura, 1997). Benzer şekilde öğretmen adaylarının da sınıf içi uygulamalarda karşılaştıkları sorunlara yaklaşımı, öğretim yöntemlerini seçmeleri ve öğrencilerle kurdukları iletişim tarzı özyeterlik düzeyleriyle yakından ilişkilidir. Sonuç olarak, özyeterlik yalnızca bireylerin belirli bir görevi yerine getirme kapasitesine olan inançları değil, aynı zamanda bu inancın davranışlara, öğrenme süreçlerine ve akademik performansa nasıl yansıdığını açıklayan çok boyutlu bir yapıdır. Bandura'nın geliştirdiği bu kavram, bireylerin hem kişisel gelişiminde hem de mesleki performansında belirleyici bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Bandura'ya (1986) göre özyeterliği şekillendiren dört temel bilgi kaynağı vardır. *Uсталık deneyimleri*, bireyin bir görevi başarıyla tamamlamasıyla oluşur ve en güçlü kaynaktır. Fen öğretmen adayları için bu, bir dersi etkili şekilde yürütmek ya da bir deneyi sorunsuz gerçekleştirmek olabilir. *Dolaylı deneyimler*, başkalarının başarılarını gözlemleyerek öğrenmeyi ifade eder. Aday öğretmenler, akranlarının ya da staj öğretmenlerinin başarılı uygulamalarını gördüklerinde kendi özyeterlikleri de artar. *Sosyal ikna*, çevreden gelen övgü ve yapıcı geribildirimlerdir. Öğretim elemanlarının ya da akranların olumlu yorumları, adayların kendine güvenini destekler. *Fizyolojik ve duygusal durumlar* ise bireyin kaygı, stres ya da pozitif duygular gibi içsel deneyimleridir. Olumlu duygular, özyeterliği artırırken yoğun kaygı ya da stres düşürücü etki yapar. Öğretmenlik açısından bakıldığında ise öğretmenlerin ve öğretmen adaylarını sınıf içindeki davranışlarının hem kendi öğretim yeterliliklerine dair algılarından (yeterlik beklentileri) hem de kullandıkları öğretim stratejilerinin etkili olacağına dair inançlarından (sonuç beklentileri) büyük ölçüde etkilendiğini göstermektedir (Enochs ve Riggs, 1990; Palmer, 2006). Bandura (1997), öğretmen davranışlarına yönelik çeşitli çalışmaları incelemiş ve özyeterlik algısı yüksek öğretmenlerin öğretime güçlü bir bağlılık gösterdiğini, öğrenme sorunlarını aşılabildiğini gördüklerini, öğrencileri motive etmek için yoğun çaba harcadıklarını, sınıf zamanının büyük bölümünü akademik çalışmalara ayırdıklarını, öğrencilere rehberlik ederek başarılarını takdir ettiklerini ve genel olarak daha yüksek öğrenci başarısı ile ilişkilendirildiklerini ortaya koymuştur (Kızıltepe, 2020). Öte yandan, özyeterlik algısı düşük öğretmenler ise öğretime daha az zaman ayırmakta, öğrenciler zorluk yaşadığında ısrarcı olmamakta, daha otoriter bir yaklaşım sergilemekte, öğrencileri motive etmek için az çaba harcamakta ve ders içeriğine karşı zayıf bir bağlılık göstermektedir.

1.2.1. Özyeterliğin gelişimi

Öğretmenlerin teknolojiye ilişkin özyeterlikleri, eğitimde teknolojinin etkili bir şekilde kullanılabilmesi ve teknoloji entegrasyonunun başarıyla sağlanabilmesi açısından kritik bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Dönmez Usta ve ark., 2024). Özyeterlik, öğretmenlerin teknoloji kullanımına ilişkin kendine güven duymalarını ve karşılaştıkları zorluklarla başa çıkabilme kapasitesini ifade eder. Bu bağlamda, yüksek düzeyde teknolojiye ilişkin özyeterlik sahibi öğretmenlerin, dijital araçları sınıf ortamına entegre etme süreçlerinde daha etkin oldukları ve öğretim yöntemlerini teknolojiyle zenginleştirme konusunda daha girişken davrandıkları görülmektedir. Benzer şekilde, Dilek ve Kartal (2021), teknoloji entegrasyon sürecinde öğretmenlerin sahip olduğu teknolojik becerilerin ve bilgi düzeylerinin, bu sürecin kalitesini ve etkinliğini belirlemede önemli rol oynadığını belirtmiştir. Günümüz eğitim ortamlarında çevrimiçi öğrenmenin önemi giderek artmakta ve bu durum, sınıf içi teknoloji entegrasyonunun önemini daha da pekiştirmektedir. Çevrimiçi öğrenme, web 2.0 araçları, simülasyonlar ve web tabanlı dijital platformlar aracılığıyla öğretmenlerin daha zengin ve etkileşimli öğrenme ortamları oluşturabilmesine imkân tanır (Menon ve ark., 2020). Bu çerçevede, öğretmenlerin teknolojiye ilişkin özyeterlikleri, sadece araçları kullanabilme kapasitesinden öte öğrencilerin öğrenme deneyimlerini geliştirecek şekilde teknolojiyi pedagojik olarak entegre etme becerilerinde kapsamaktadır. Dolayısıyla, öğretmen özyeterliğinin güçlendirilmesi hem dijital öğrenme ortamlarının kalitesini artırmakta hem de teknoloji temelli öğretim stratejilerinin etkili bir şekilde uygulanmasını sağlamaktadır. Lee ve Lee (2014), öğretmenlerin teknoloji kullanımını etkileyebilecek çeşitli faktörleri incelemiş ve ilgili donanım veya yazılım gibi kaynaklar; zaman, teknik destek, eğitim ve okul kültürü gibi çevresel destekler; bilgisayar becerileri ve teknolojik pedagojik ve içerik bilgisi gibi öğretmenlerin beceri veya bilgileri öğretim deneyimleri ve özyeterlik gibi öğretmenlerin değer inançları veya tutumları gibi faktörlere yer vermiştir.

Fen öğretmenliği adaylarının özyeterlik algıları, sınıfta fen öğretimi sırasında teknoloji kullanma eğilimleriyle yakından ilişkilidir (Temur ve ark., 2022). Araştırmalar, yüksek özyeterlik algısına sahip öğretmen adaylarının daha gelişmiş öğretim uygulamaları sergileme eğiliminde olduğunu göstermektedir (Khanshan ve Yousefi, 2020). Bu durum, özyeterliğin yalnızca içsel bir algı olmayıp pratik deneyim ve teknoloji kullanım becerileri ile de ilişkili olduğunu göstermektedir. Özyeterlik gelişimi açısından, öğretim teknolojilerini kullanmaya yönelik olumlu tutum ve becerilerin kazandırılması

kritik bir rol oynamaktadır. Öğretmen adaylarının teknolojiyi pedagojik ve alan bilgisi ile bütünleştirerek etkili bir şekilde kullanabilmeleri önemlidir (Kartal ve ark., 2012). Bu durum, Bandura'nın özyeterlik kuramında yer alan doğrudan yaşantılar boyutuyla açıklanabilir. Bandura'ya göre, bireyler bir görevi başarıyla tamamladıkça kendi yeterlilik algıları güçlenir ve bu da benzer görevleri gelecekte gerçekleştirme konusunda motivasyon ve güven sağlar. Dolayısıyla öğretmen adaylarının sınıfta teknoloji kullanımıyla ilgili pratik deneyim kazanmaları, onların özyeterlik algılarının gelişmesinde ve teknolojiyi pedagojik bağlamda etkili bir şekilde entegre etme becerilerinin artmasında temel bir etken olarak değerlendirilebilir. Bu çerçevede öğretim tasarımı, uygulamalı deneyimler ve teknoloji odaklı öğretim etkinlikleri; özyeterlik gelişimini destekleyen kritik bileşenler olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda öğretim teknolojilerinin kullanımı, dijital öğretim materyallerinin tasarlanması ve geliştirilmesi hizmet içi eğitimlerde öğretmen adaylarının özyeterlik algılarını güçlendirmeye katkı sağlamaktadır (Watson, 2006). Bu yüzden öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik özyeterlik algıları ile öğretim uygulamalarında teknoloji kullanma eğilimleri arasındaki etkileşimin boyutu fazla araştırma gerektirmektedir (Temur ve ark., 2022). Ayrıca öğretmenler, sınıfta öğretim teknolojilerinin faydalarını kabul etseler de bu teknolojileri etkin kullanma konusunda yetersiz özgüvene ve teknolojik, pedagojik yeterliliğe sahip olduklarını ifade etmektedirler.

1.2.2. Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği

Fen özyeterliği; öğrencilerin bilimsel görevlerde, derslerde veya etkinliklerde başarılı olma yeteneklerine olan inançlarını ifade eder; Ayrıca bu inanç, bireyin fenle ilgili etkinlikleri seçmesini, bu etkinlikler için harcadığı çabayı, zorluklarla karşılaştığında gösterdiği azmi ve deneyimlediği nihai başarıyı etkiler (Britner ve Pajares, 2006). Bu bağlamda fen özyeterliği, yalnızca bireyin başarı potansiyelini değil; aynı zamanda öğrenme sürecindeki motivasyon ve çaba düzeyini de kapsayan çok boyutlu bir kavram olarak değerlendirilebilir. Fen özyeterliği, bireylerin fen bilimleriyle etkileşim biçimini şekillendiren temel bir psikolojik yapı olarak kabul edilir ve bu nedenle fen eğitimcileri için merkezi bir araştırma ve uygulama konusudur. Richardson (2003), öğretim özyeterliğinin öğretim alanına özgü olduğunu ve öğretmenlerin konu hakkındaki seçimlerini doğrudan etkilediğini belirtmiştir. Bu perspektiften bakıldığında farklı alanlarda özyeterlik düzeylerinin öğretim stratejilerini, ders materyallerinin kullanımını ve öğrencilerle etkileşim biçimlerini şekillendirdiği söylenebilir. Örneğin fen özyeterliği,

bir kişinin fen alanındaki belirli görevleri başarıyla tamamlama kapasitesi olarak tanımlanabilir ve yüksek düzeyde fen özyeterliği, fen akademik başarısının güçlü bir yordayıcısı olarak öne çıkar (Robnett ve ark., 2015). Bu durum, öğretmenlerin ve öğrencilerin fen eğitimi süreçlerinde özyeterliklerini destekleyecek stratejilerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Öğretmen zyeterliği, ğretmen davranışları ve tutumları ile öğrencilerin öğrenme ıktıları ve akademik başarıları arasında doğrudan bir ilişkiye sahiptir (Bandura, 1982).

Fen ğretimi özyeterliği; bir fen öğretmeninin öğretimdeki yetkinliği, öğrencileri yönlendirme ve bilimsel süreçleri etkili bir Şekilde ğretme kapasitesi olarak tanımlanabilir. Fen ğretmenlerinin zyeterlik düzeylerinin yüksek olması hem öğretmenlerin pedagojik uygulamalarını hem de öğrencilerin fen öğrenme süreçlerindeki başarısını olumlu yönde etkilemektedir. ğrenme ve öğretme sürecinde teknoloji, sınıf ortamlarında farklı zyeterlik alanlarının gelişiminde önemli bir rol oynayabilir (Abitt, 2014). Araştırmalar, farklı ğretim stratejilerinin öğretmenlerin zyeterlik inançlarını etkilediğini ve sınıf uygulamalarında teknolojiyi etkili bir Şekilde kullanabilme becerilerini geliştirmede önemli bir araç olabileceğini göstermektedir (Dilek ve Kartal, 2021). Bu bağlamda öğretmenlerin teknolojiyi sınıf içi süreçlerde etkin bir Şekilde kullanabilmeleri, yalnızca teknik bilgiye sahip olmaktan öte, kendilerine olan güvenleri ve ğretim stratejilerini etkili biçimde uygulama kapasiteleri ile de ilişkilidir. Kızıltepe (2020); bilgisayar kullanımına ayrılan srenin, bilgisayar kullanımına yönelik zyeterlik inançlarıyla pozitif bir ilişki gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu; ğretmen yetiştirme programlarının derslerini, öğrencilerin bilgisayarları etkili bir Şekilde kullanma kapasitelerine olan güvenlerini artıracak Şekilde yapılandırılmaları gerektiğini göstermektedir. Dolayısıyla teknolojinin eğitim süreçlerine entegrasyonu, sadece araçsal bir gereklilik değil; aynı zamanda öğretmenlerin ve öğrencilerin özyeterliklerini güçlendiren stratejik bir yaklaşım olarak ele alınmalıdır. Eğitim teknolojisi dersine katılan ğretmen adayları üzerinde yapılan bir çalışmada, Wang ve ark. (2004) hem hedef belirleme hem de dolaylı öğrenme deneyimlerinin, derste teknoloji kullanımına yönelik zyeterlik inançları üzerinde anlamlı ve pozitif etkiler yarattığını göstermiştir.

Özyeterlik inançlarındaki artış, özellikle hem dolaylı öğrenme deneyimi hem de hedef belirleme koşullarını aynı anda yaşayan grupta en yüksek düzeyde gözlemlenmiştir. Bu bulgular, ğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna ilişkin özgüvenlerinin, yapılandırılmış öğrenme deneyimleri ve hedef odaklı etkinliklerle önemli lde artırılabilceğini ortaya koymaktadır. Kartal ve Dilek (2021), fen ğretiminde

kullanılabilecek teknolojileri öğrenen, teknoloji temelli etkinlikler hazırlayıp paylaşan, mini teknoloji temelli dersler planlayıp uygulayan ve dersleri yeniden planlayarak tekrar anlatan öğretmen adaylarıyla yürütülen bir deneysel çalışmada, deney grubunun kontrol grubuna göre anlamlı bir artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar; yapılandırılmış ve teknoloji odaklı öğretim deneyimlerinin, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna ilişkin özyeterliliklerini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Çünkü teknoloji, öğrenme ortamlarını yeniden yapılandırır ve yalnızca uygun şekilde kullanıldığında öğrenmeyi destekler. Fen sınıfları, fen bilimlerinin doğası gereği teknolojiye dayandığından teknolojinin kullanımı için doğal bir ortam sunar (Abitt, 2014). Teknoloji olmadan gerçekleştirilmesi güç veya imkânsız olan fen etkinlikleri; öğrencilerin veri toplama, modelleme, simülasyon ve deney tasarlama süreçlerini kapsayan görevleri yerine getirmede etkin bir şekilde kullanılmalıdır. Ayrıca teknoloji, soyut fen kavramlarını somut hâle getirmeye yardımcı olabilir ve öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgisini artırabilir. Simülasyon tabanlı uygulamalar (örneğin PhET, JavaLab, Vascak), fen eğitiminde öğretim teknolojileri arasında giderek daha fazla kullanılmaktadır ve öğrencilerin kavramsal anlamalarını derinleştirmede önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Günümüzde teknoloji entegrasyonunun önemi, sadece öğrencilerin öğrenme deneyimleriyle sınırlı değildir. Bilgi ve teknoloji çağının gerçekleri göz önüne alındığında öğretmenlerin bu temel teknolojileri öğretim uygulamalarına etkili bir şekilde entegre edebilecek yeterliliklere sahip olmaları kritik öneme sahiptir (Kartal, 2017). Bu bağlamda, öğretmenlerin dijital yerli öğrencilerle etkili bir şekilde etkileşim kurabilmek için ortak öğrenmeye, modellemeye ve çeşitli dijital ve sosyal becerilerin kazanımını kolaylaştırmaya katılmaları beklenmektedir. Başka bir deyişle öğretmenlerin Web 2.0 teknolojileri ile ilgili dijital okuryazarlık yeterlilikleri, öğrencilerin gerisinde kalmamalıdır; aksi takdirde bu yeni ortaya çıkan beceriler yeterince ele alınamaz. Öğretmenlerin ortaya çıkan sosyal web teknolojilerini kullanarak dijital yerli öğrencileri eğitmek için benimseyebilecekleri stratejileri ve pedagojik yaklaşımları araştırmaya yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Özdemir, 2025). Öğretmen eğitim programlarının, sanal laboratuvar uygulamalarının öğretim ortamlarına entegrasyonu için etkili modeller ve stratejiler geliştirmesi kritik öneme sahiptir (Menon ve ark., 2020). Mevcut literatür, birçok çalışmanın öğretmen adaylarının öğretim teknolojileri ile ilgili yeterliliklerini çeşitli açılardan araştırdığını ortaya koymaktadır. Ancak, bu yeterliliklerin geliştirilmesine yönelik yapılandırılmış ve uygulamalı eğitim deneyimlerinin artırılması hâlâ büyük bir gerekliliktir. Fen öğretiminde teknoloji kullanımı yalnızca öğrencilerin fen

öğrenme süreçlerini zenginleştirmekle kalmaz, aynı zamanda öğretmenlerin pedagojik özyeterliklerini ve mesleki güvenlerini de güçlendirir.

Teknoloji tabanlı uygulamalar; öğretmenlerin ders planlaması, ölçme ve değerlendirme süreçleri ile fen kavramlarını modelleme kapasitelerini destekleyerek sınıf ortamında daha etkili öğretim stratejileri geliştirmelerini sağlar (Abitt, 2014; Dilek ve Kartal, 2021). Bu bağlamda teknoloji entegrasyonu hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin özyeterliklerini artıran stratejik bir araç olarak görülmelidir. Sonuç olarak fen eğitiminde özyeterlik, öğretmenlerin ve öğrencilerin öğrenme süreçlerinde merkezi bir rol oynar. Teknoloji, bu süreçleri destekleyen ve güçlendiren kritik bir araçtır. Öğretmenlerin teknolojiyi etkili şekilde kullanabilme kapasitesi, yalnızca teknik bilgiye değil; aynı zamanda pedagojik özyeterlik ve dijital okuryazarlık becerilerine de dayanır. Eğitim programlarının, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna ilişkin özgüvenlerini artıracak yapılandırılmış öğrenme deneyimleri sunması ve Web 2.0 araçları, simülasyonlar ve sanal laboratuvarlar gibi teknolojileri pedagojik bağlamda kullanma stratejilerini öğretmesi, fen öğretiminde uzun vadeli başarı ve öğrenme çıktıları açısından hayati öneme sahiptir (Wang ve ark., 2004; Kartal ve Dilek, 2021; Özdemir, 2025). Araştırmacılar, fen derslerinde kullanılan teknolojinin öğretmen adaylarının teknoloji özyeterliklerine olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir (Rehmat ve Bailey, 2014; Wang ve ark., 2004). Ayrıca, literatürde öğretmen adaylarının teknoloji kullanımlarının fen öğretim ve öğrenim pedagojilerine katkıda bulunabileceği konusundaki görüşlerin de altı çizilmektedir (Looi ve ark., 2010; Menon ve ark., 2020). Fen derslerinde teknoloji kullanımı, öğretmen adaylarının fen derslerine yönelik tutumlarını olumlu bir şekilde etkileme eğilimindedir (Rehmat ve Bailey, 2014). Literatürde web 2.0 araçları olarak adlandırılan sanal ortam oluşturma ve test etme uygulamaları da bulunmaktadır. Öğretmen adayları, teknoloji ve simülasyon uygulamalarına başlangıçta belirli bir önyargı ile yaklaşıyorlar da teknoloji ile desteklenmiş laboratuvar ortamlarında web 2.0 araçlarıyla yapılan çalışmaların ardından dersin daha eğlenceli bir şekilde işlediğini ve kavramların bilimsel olarak etkin bir şekilde öğretildiği vurgulamıştır (Gürsoy ve Göksun, 2019). Web 2.0; aktif bilgi geliştirmek ve paylaşmak amacıyla giderek daha fazla kullanılan, sosyal yönleriyle geleneksel öğrenme sürecine yeni bir boyut katan başarılı uygulamalardan oluşan ve modern toplumların eğitim sistemlerine entegre olan yeni bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Simüle edilmiş öğrenme ortamlarının gelişimi ile öğrenme ortamlarında teknoloji sınıflarına geçiş hız

kazanmıştır. Öğretmen adaylarının özyeterlikleri ve mesleki gelişimlerinde Web 2.0 araçlarının kullanımının öğretmen adayları üzerinde etkili bir araçtır.

1.3. Teknoloji Destekli Laboratuvar

Teknoloji destekli öğrenme, öğretmen eğitimcilerinin kurslarında ve saha deneyimlerinde düşünmeleri gereken yeni bir teknoloji seti ile yenilikçi bir öğretim fırsatını temsil eder (Srisawasdi ve ark., 2018). Mobil teknolojilerin hızla öğrenme araçları olarak büyümesi ve mobil teknolojileri ile desteklenen etkileşimli öğrenme, öğretmen eğitimi programlarını, öğrencilerin öğrenme sürecini kolaylaştırmaktadır. Öğretmen adaylarının farklı öğrenme ortamlarında öğretim için teknolojileri ve uygulamaları kullanma konusunda pratik deneyim kazanmaları önemlidir. Fizik derslerinde, günlük yaşamda meydana gelen olaylar işlenir. Çalışılan materyali hatırlamak için fizik öğrenmekten daha fazlasına ihtiyaç vardır. Fizik öğrenmek, çalışılan materyali hatırlamak için yeterli değildir (Berek ve ark., 2016). Ancak fizik; birbiriyle bağlantılı kanunlar, teoriler, ilkeler, kurallar veya denklemler ve kavramlar topluluğu olduğundan sorunları çözmek için anlayış ve analiz gerektirir (Buteler ve Coleoni, 2016). Fizik öğrenmenin karmaşıklığından yola çıkarak sorunları çözmek için elbette öğretmenlerin yaratıcılığına ve aktifliğine ihtiyaç vardır. Öğretmenlerin öğrenmeyi tasarlamadaki özgünlüğü, şüphesiz öğrencilerin kavramları anlamaları da dahil olmak üzere birçok şeyi etkileyecektir. Öğretmenlerin yaratıcı olmalarının yanı sıra fizik öğreniminde de aktif olmaları gerekmektedir (Gürel ve ark., 2015). Öğrenmeyi tasarlamamanın yanı sıra bir sonraki adım, öğretmenin tasarladığını sınıfta uygulamasıdır. Öğretmenin öğretimdeki aktifliği, öğrencilerin kavramlarını da etkileyebilmektedir (Yetilmezsoy, 2017). İyi bir öğretmen, sınıfta öğretirken kolaylaştırıcı olan bir öğretmendir. Bu nedenle öğrenci merkezli öğrenmenin oluşturulabilmesi için öğrencilerin sınıfta aktif olması gerekmektedir. Uygulamadaki sınırlı araç sorununun üstesinden gelmenin yolu, etkileşimli bilgisayar simülasyonları (sanal laboratuvar) formundaki sanal ekipmanı (sanal aygıt) kullanmaktır. Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) eğitim üzerindeki etkisi hızla artmaktadır. Bu, tüm eğitim alanlarında geliştirilen birçok çevrimiçi öğrenme programıyla kanıtlanmaktadır (Potvin ve Cyr, 2017). Günümüzde bilgisayarlar, simülasyon programları gibi öğrenmede giderek daha önemli bir rol oynamaktadır.

Teknoloji destekli laboratuvar deneyimleri sonucunda gerçek laboratuvar öğretiminin, pratik deneyimleme ve geleneksel yöntemle yapılan çalışmanın önemi hiçbir

şekilde azalmamıştır (Bhukuvhani ve ark., 2010). Özellikle fen ve teknoloji öğretiminde teknoloji destekli araçlarının kullanımı, öğretimde önemli pedagojik avantajlar elde etmeye olanak tanımıştır. Teknoloji destekli laboratuvar aracılığıyla sunulan sanal deneyimlerin; öğrencilerin gelişen becerileri, tutumları ve kavramsal anlayışları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu belirtilmiştir (Bhukuvhani ve ark., 2010). Zacharia (2002) fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği teknoloji destekli laboratuvar uygulamasının öğretmen adaylarının inanç, tutumlarına pozitif yönde bir etkisinin olduğunu ve kavramlara yönelik algılarında bilimsel bir bakış açısı kazandırdığını belirtmiştir. Ayrıca laboratuvarlarda teknolojinin kullanılması, finansman verimliliği sağlayabilir; soyut kavramları görselleştirebilir ve kavramsal anlayışı geliştirme potansiyeli sağlayabilir. Öğrencilerin laboratuvar malzemelerini tam olarak öğrenememeleri ve deney yapma becerilerini tam olarak kazanamamaları, bu sanal ortamların etkin bir şekilde kullanılmadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin, deney yapma becerilerini geliştirebilmeleri için laboratuvar malzemelerini tanımaları ve işlevleri hakkında bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Laboratuvar ortamlarının kullanılmadığı durumlarda, öğrencilere laboratuvar malzemelerini tanıtabilecek alternatif yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Sanal simülasyonların, kavram yanılgılarına sahip öğrencilere, kavramların bilimsel bilgiye dönüşmesine izin verecek şekilde kavram çatışması yaşatması beklenmektedir (Petrosino ve Mann, 2017). Teknoloji destekli laboratuvarlar ile yapılacak olan deneyler, öğrenciler tarafından sadece sınıfta ve laboratuvarda değil; bilgisayar olduğu sürece evde de tekrarlanabilmektedir. Gunawan ve ark. (2019); sanal laboratuvarların kullanımının öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini artırdığı, özellikle deney grubunda öğrenme motivasyonunu yükselttiği ve üst düzey bilişsel becerilerin (analiz, sentez, değerlendirme) gelişimine katkı sağladığı bulmuştur. Sanal laboratuvarlar, gerçek deneylerin sıkıcı yönlerini ortadan kaldırarak daha verimli öğrenme ortamı oluşturmuştur. Kavramsal anlamının gelişiminde öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci etkileşiminin önemi vurgulanmıştır. Ayrıca Mihret ve ark. (2022), öğrencilerin laboratuvarda tutumları ve özyeterliklerinin gelişimi ile ilgili şu önerilerde bulunmuştur:

- Fizik öğretmeni adaylarının laboratuvara karşı olumlu tutum geliştirmesi için farklı öğrenme ortamları kullanılmalı.
- Gerçek materyallerin yanı sıra teknoloji ile desteklenmiş deney yöntemleri uygulanmalı.

- Öğretmen adayları deney yaparak öğrenmeli, öğretmen eğitimcileri de bu süreç için hizmet içi eğitimler almalı.
- Karma öğrenme çalışmalarında katılımcılara materyal ve yöntem konusunda yeterli hazırlık sağlanmalı.
- Örgün eğitim sürecini aksatacak süreçlerden ders çıkarılarak teknoloji destekli öğrenmeye hazırlık yapılmalı.
- Teknoloji destekli öğrenmenin etkilerini daha iyi anlamak için farklı ortamlarda ve yaklaşımlarda daha fazla araştırma yapılmalı.

Yukarıda belirtildiği gibi teknoloji ve laboratuvar entegrasyonu, eğitimde büyük bir önem taşımaktadır. Farklı laboratuvar ortamlarının ve harmanlanmış deney yöntemlerinin kullanılması, öğrencilerin derse karşı olumlu tutum geliştirmelerini ve öğrenme motivasyonlarının artmasını sağlamaktadır. Sanal laboratuvar uygulamaları, gerçek laboratuvarların sınırlılıklarını ortadan kaldırarak öğrencilerin deney yapma ve kavramsal anlama becerilerini desteklemektedir. Tüysüz (2010), Türkiye’de karşılaşılan laboratuvar sorunlarını şu şekilde aktarmıştır:

- *Laboratuvar etkinlikleri maliyetlidir:* Deneyler için gerekli malzeme ve araç-gereçlerin temini okullar için ekonomik bir yük oluşturur.
- *Planlama ve uygulama zaman alır:* Deneylerin hazırlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi öğretmen ve öğrencilere ek zaman gerektirir.
- *Kalabalık sınıflarda öğrenci takibi zordur:* Öğretmen, çok sayıda öğrencinin aynı anda etkinlik yapmasını kontrol etmekte güçlük yaşar.
- *Yetersiz donanım, etkinlikleri sınırlar:* Laboratuvar eksikliği veya uygun koşulların olmaması, öğretmenin deneyleri verimli biçimde gerçekleştirmesini engeller.

Bu nedenle geleceğe hazırlık için teknoloji tabanlı öğrenme ortamlarının yaygınlaştırılması ve bu alanda daha fazla araştırma yapılması büyük önem arz etmektedir. Sanal laboratuvar uygulamaları, formal ve informal öğrenme ortamlarında fen müfredatının önemli bir bileşeni olarak giderek daha yaygın hâle gelmekte ve çeşitli bilim dallarında yaygın şekilde kullanılmaktadır (Lee, 2025). Bu simülasyonlar, öğrencilerin bilimsel kavramları kavramasını desteklemede önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Araştırmalar, sanal laboratuvar etkinliklerinin hedeflenen bilim kavramlarının kavramsal anlaşılmasını geliştirme konusunda, gerçek laboratuvar etkinlikleri kadar etkili olabileceğini göstermektedir (Sarı ve ark., 2017). Ancak her

laboratuvar türünün kendine özgü avantajları ve sınırlılıkları da bulunmaktadır. Bazı çalışmalar her iki yöntemin de öğrenme sürecine farklı şekillerde katkıda bulunduğunu vurgulamaktadır. Geleneksel etkinlikler, öğrencilerin laboratuvar becerilerini geliştirmelerine olanak tanır; özellikle cihaz veya araçları kullanma, sorun giderme ve deney planlama gibi pratik beceriler bu süreçte kazanılır. Ayrıca öğrenciler, bilim insanlarının deney planlarken ve uzun süreli veri veya gözlem toplarken karşılaştıkları zorluklarla yüzleşerek gerçek bilimsel sorgulama becerilerini öğrenme ve geliştirme fırsatı bulurlar (Lee, 2025; Sarı ve ark., 2017). Bu süreç, öğrencilerin yalnızca teorik bilgiyi değil; aynı zamanda uygulamalı problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini de geliştirmelerini sağlar. Sanal laboratuvarların en büyük avantajlarından biri, gerçekliği ve soyut kavramları esnek şekilde uyarlayabilme avantajıdır. Bu sayede önemli bilgiler öne çıkarılabilir, kafa karıştırıcı detaylar kaldırılabilir veya bazı özellikler, örneğin zaman ölçeği, değiştirilerek belirli fenomenlerin anlaşılması kolaylaştırılabilir (Zacharia ve ark., 2008). Bu özellikler, gerçek laboratuvar ortamlarında sağlanması zor olan bir esneklik ve uyarlanabilirlik düzeyi sunar. Öğrenciler, bu sayede deneyleri daha güvenli ve kontrollü bir ortamda gerçekleştirebilir; hataları daha rahat gözlemleyip öğrenebilir ve karmaşık kavramları adım adım keşfedebilirler. Genel olarak literatür, sanal laboratuvarların teorik bilgiyi aktarmada daha uygun olduğunu ve gerçek laboratuvarlara kıyasla çeşitli avantajlar sunduğunu göstermektedir. Sanal laboratuvarlar; öğrencilere soru formülasyonu, hipotez geliştirme, veri toplama ve teori revizyonu gibi bilimsel süreçleri daha etkin bir şekilde öğretme potansiyeline sahiptir (Rutten ve ark., 2012). Ayrıca sanal laboratuvarlar, farklı öğrenme hızlarına sahip öğrenciler için özelleştirilebilir bir öğrenme deneyimi sunarak eğitimde kapsayıcılığı artırmaktadır. Örneğin de Jong ve ark. (2013); gerçek ve sanal fizik deneylerinin birlikte kullanılmasının, yalnızca gerçek veya yalnızca sanal deneylerden öğrencilere daha yüksek öğrenme kazançları ve motivasyon sağladığını belirtmişlerdir. Son zamanlarda araştırmacılar, gerçek ve sanal deneylerin avantajlarını bir arada kullanmanın en etkili yolunun harmanlanmış deneyler olduğunu savunmaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin hem gerçek laboratuvar deneylerinde edinecekleri pratik becerilerden hem de sanal deneylerin sağladığı görselleştirme, esneklik ve deney öncesi hazırlık avantajlarından yararlanmalarını amaçlamaktadır. Bu çalışmalar, harmanlanmış deneylerin kavramsal anlayışı geliştirme ve öğrencilerin bilimsel sorgulama becerilerini güçlendirme açısından etkili olduğunu göstermektedir. Gerçek ve sanal laboratuvar deneylerin avantajlarını bir arada kullanmanın en etkili yolunun harmanlanmış deneyler olduğu görülmektedir (Mihret ve ark., 2023). Bu

yaklaşım, öğrencilerin hem gerçek laboratuvar deneylerinde edinecekleri pratik becerilerden hem de sanal deneylerin sağladığı görselleştirme, esneklik ve deney öncesi hazırlık avantajlarından yararlanmalarını amaçlamaktadır. Bu çalışmalar, harmanlanmış deneylerin kavramsal anlayışı geliştirme ve öğrencilerin bilimsel sorgulama becerilerini güçlendirme açısından etkili olduğunu göstermektedir.

1.4. Tezin Amacı

Bu araştırma, fen bilgisi öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesini ve teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarının gelişimini incelemektedir. Bu bağlamda Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersi kapsamında teknoloji destekli laboratuvarları yürütülmüştür. Araştırma, kuvvet ve hareket konusunun Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından belirlenen fen bilgisi öğretmenliği programı çerçevesinde Fizik I dersi kapsamında, sınıfta işlenen temel kavramlar göz önünde bulundurularak üçüncü sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda çalışma hem öğretmen adaylarının kavramsal değişimini hem de teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarındaki gelişimini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın temel hedefi öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek, bu yanlışları gidermek ve teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarının bu süreçteki etkilerini ortaya koymak ve yeterlik inançlarındaki gelişimi incelemektir. Literatür incelendiğinde kuvvet ve hareket konularında öğrencilerde çeşitli kavram yanlışlarının yaygın olduğu görülmektedir (Gülçiçek ve Yağbasan, 2004; İsen ve Kavcar, 2006). Bu durum, öğretmen adaylarının üniversiteye girişte bazı temel kavram yanlışları ile öğrenimlerine devam edebileceklerini düşündürmektedir. Özellikle lise düzeyinde ve önceden almış oldukları Fizik I dersi kapsamında ders alan öğretmen adaylarında kuvvet ve hareket konularında Newton Kanunları ile ilgili kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri sıkça gözlenmektedir (Kartal, 2024). Bu nedenle öğretmen adaylarında bu temel konularda eksiklikler taşıma olasılığı yüksektir ve bu eksikliklerin tespit edilmesi, öğretim süreçlerinin etkili bir şekilde planlanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Araştırmada, öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının belirlenmesinde çok aşamalı tanı testi kullanılmıştır. Literatürde, kavram yanlışlarının belirlenmesinde ikili (Fetherstonaugh ve Treagust, 1992), üçlü (Kaltakci ve Didis, 2007; Kızılcık ve Güneş, 2011) ve dördü (Samsudin ve ark., 2017) tanı testleri kullanılmaktadır. Ancak dört aşamalı tanı testlerinin, öğrencilerin kavramları anlama düzeyini daha detaylı bir şekilde değerlendirme ve öğretim

stratejilerini buna göre uyarlama açısından diğer testlere göre daha etkili olduğu vurgulanmıştır (Gürel ve ark., 2017; Caleon ve Subramaniam, 2010). Bu nedenle araştırmada dört aşamalı tanı testleri tercih edilmiştir. Bu testler, öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket ile ilgili kavramsal anlayışlarını hem niceliksel hem de niteliksel olarak ölçmeyi mümkün kılmakta ve öğretmen adaylarının bilgi düzeyindeki eksiklikleri sistematik olarak ortaya koymaktadır. Araştırmanın bir diğer önemli boyutu, teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarıdır. Günümüzde fen öğretiminde teknolojinin etkin kullanımı, öğrenci merkezli öğrenme ortamları yaratmak ve yeterlik inançlarının gelişimi için kritik bir rol oynamaktadır. Teknoloji destekli laboratuvarlar, simülasyonlar, sanal deneyimler, interaktif dokümanlar ve çeşitli dijital araçlar aracılığıyla öğretmen adaylarının konuları doğrudan deneyimlemesine ve uygulamalı olarak öğrenmesine olanak tanımaktadır. Bandura (1997), doğrudan deneyimlerin özyeterlik gelişiminde en etkili yol olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle öğretmen adaylarının teknoloji destekli uygulamaları doğrudan deneyimlemeleri amaçlanmıştır. Bu durumda özyeterlik gelişiminin incelenmesini ve etki eden faktörlerin belirlenmesine olanak tanımıştır. Literatüre göre teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarının; öğrencilerin kavramsal anlayışları, tutumları ve problem çözme becerileri üzerinde olumlu etkisi bulunmaktadır (Ronen ve Eliahu, 2000). Bu bağlamda, gerçek laboratuvar uygulamalarına ek olarak teknoloji destekli uygulamaların, kavram yanlışlarının giderilmesinde ve teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarının gelişiminde önemli bir rol oynayabileceği öngörülmektedir. Araştırmada fen bilgisi öğretmen adayları, Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersi kapsamında teknoloji, simülasyonlar ve dokümanlar gibi araçlarla desteklenmiş uygulamalar aracılığıyla kavram öğrenimlerini doğrudan deneyimleme fırsatı bulmuşlardır. Bu süreç, öğretmen adaylarının hem kavramsal bilgi düzeylerini hem de teknoloji kullanımıyla fen öğretimi yeterlik inançlarını üzerindeki etkiyi incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca araştırma; öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının belirlenmesi, giderilmesi ve öğrenme sürecinde teknolojinin nasıl etkili kullanılabileceği konusunda literatüre önemli katkılar sunmayı amaçlamaktadır. Bu araştırma hem öğretmen adaylarının kavramsal değişimini hem de teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarındaki gelişimi bütüncül bir şekilde değerlendirmeyi hedeflemiştir. Araştırmanın bulguları; fen öğretimi kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve giderilmesi, teknoloji destekli öğretim stratejilerinin etkinliği ve öğretmen adaylarının öğrenme süreçlerinin desteklenmesi konularında literatüre ve uygulamaya katkı sağlayacaktır. Böylece fen bilgisi öğretmen adaylarının hem öğretim becerileri hem de teknolojiyi etkili kullanma

yeterlikleri gelişmiş olacak; öğrencilerin öğrenme deneyimleri daha etkili ve kalıcı hâle gelecektir.

1.5. Tezin Önemi

Öğretmen yeterliği veya niteliği, eğitim kalitesini doğrudan etkileyebilen önemli faktörler arasında bulunmaktadır. Bu bağlamda, bir ülkedeki eğitimin ilerlemesi ve bireyin niteliği büyük ölçüde öğretmenin yetkinliğiyle ilişkilidir (Kartal, 2013). Öğretmen eğitimi; nitelik açısından değerlendirildiğinde her zaman eğitim sürecinin merkezinde bulunan öğretmen-öğrenci ilişkisi bağlamında, öğretmenin kalitesi ile öğretmen yeterliğinin güçlü bir bağ içinde olduğu gözlemlenir. Araştırmalar (Kaltakçı ve Didis, 2007; Kızılcık ve Güneş, 2011), öğretmen adaylarına etkili bir şekilde yardımcı olunabilmesi için öncelikle kendi kavram yanılgılarını fark etmeleri ve onlarla yüzleşmeleri için uygun yollar bulabilmeleri gerektiğini ve öğretmen eğitimi programlarıyla bu konuda desteklenmeleri gerektiğini göstermektedir (Burgoon ve ark., 2010). Bu nedenle öğretmenlerin öğrencileriyle kavramsal değişim stratejilerini uygulayabilmeleri için kendilerinin de yüksek standartta alan bilgisine sahip olmaları ve öğrencilerinin kavram yanılgıları konusunda yüksek düzeyde farkındalığa sahip olmaları gerektiği görülmektedir (Gomez-Zwiep, 2008).

Bunun içinde kavramsal değişimlerin sağlanması için çeşitli stratejiler gerekmektedir. Örneğin, kavramsal değişim metinleri, dijital hikayeler ve sanal laboratuvarlar bunlardan biridir. Teknolojinin bu denli önemi düşünüldüğünde, teknoloji yeterliliği de kavram yanılgılarının giderilmesinde önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğretmenlerin teknolojiyi etkili biçimde kullanabilmeleri, öğrencilerin kavram yanılgılarını belirleme, analiz etme ve uygun öğretim stratejileri geliştirme süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Bu durum, öğretmenlerin hem alan bilgisine hem de pedagojik yeterliliklerine daha bütüncül bir biçimde yaklaşmalarını sağlar. Ayrıca, teknolojiyi öğretim süreçlerine entegre eden öğretmenlerin kendi mesleki özyeterliliklerinin de anlamlı biçimde geliştiği görülmektedir. Çünkü teknolojik araçları kullanarak öğrenme ortamlarını zenginleştiren öğretmenler, öğretim sürecinde daha esnek, yaratıcı ve problem çözme becerileri yüksek bir tutum sergileyebilmektedir (Kartal ve Taşdemir, 2023). Dolayısıyla, öğretmenlerin teknoloji yeterliliklerinin artırılması yalnızca kavram yanılgılarının giderilmesine katkı sağlamakla kalmaz; aynı zamanda teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarının güçlendirerek mesleki motivasyonlarını, yeniliklere açıklıklarını ve öğrenme-öğretme sürecindeki etkililiklerini de artırır (Surtiana

ve ark., 2020). Bu bağlamda, öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonu ve teknoloji yeterliliğinin geliştirilmesi, kavramsal değişimin kalıcı biçimde sağlanması ve öğretmen özyeterliliğinin sürdürülebilir biçimde güçlendirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Roschelle ve ark. (2000), özyeterliliğin gelişiminin kavram yanılgılarının giderilmesinde etkisi olduğunu belirtmiştir. Kavram öğretiminde teknolojinin kullanımının gerekliliği görülmüş olsa da Erdosne Toth ve ark. (2009), derslerde teknolojinin kullanımının, hangi sıra ile olması gerektiğine dikkat çekmiştir. Bu durum ise sanal laboratuvar uygulamalarını dersin başında mı yoksa sonun da mı kullanılması gerektiğine dair önemli bir araştırma haline gelmiştir.

Bu araştırma, söz konusu gereksinimlerden hareketle yürütülmüş özgün bir çalışma niteliği taşımaktadır. Araştırmada iki farklı deney grubu ve bir Kontrol Grubu yer almaktadır. Deney Grubu-I; teorik dersin ardından önce gerçek laboratuvar uygulamalarını, daha sonra sanal laboratuvar etkinliklerini gerçekleştirmiştir. Deney Grubu-II ise teorik dersin ardından önce sanal laboratuvar uygulamalarını, daha sonra gerçek laboratuvar etkinliklerini deneyimlemiştir. Kontrol Grubu ise Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-I dersini yalnızca YÖK kur tanımına göre sürdürmüştür. Pyatt ve Sims (2012), sanal ve gerçek laboratuvarların öğrenme üzerindeki etkilerini karşılaştırmış; öğrencilerin sanal laboratuvarlara olumlu baktıklarını, ekipman erişimini daha iyi değerlendirdiklerini ve her iki ortamda da benzer öğrenme performansı gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Böyle bir desen, sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının sırasının kavramsal değişim ve teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançları üzerindeki etkisini ortaya koymasından önemlidir. Bu çalışma kapsamında iki ölçek geliştirilmiştir. Bunlardan ilki, öğretmen adaylarının teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarını ölçmeye yönelik bir ölçektir. Bu ölçek; öğretmen adaylarının fen öğretiminde teknoloji kullanımına ilişkin yeterlik düzeylerini belirlemek için kullanılmıştır. Bu araç öğretmen adaylarının teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarını ortaya çıkartmayı amaçlamaktadır. Ölçme aracı 7'li likert olacak geliştirilmiştir. Bu likert tipi DeVellis ve Torpe (2021)'in belirttiği gibi katılımcıların vermiş oldukları yanıtların daha hassas bir şekilde ölçülebilmesi açısından önemlidir. İkinci araç ise çalışma için özgün olarak geliştirilen dört aşamalı Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısı Tanı Testidir. Bu test, öğretmen adaylarının Newton Kanunları, kuvvet, hareket, hız, ivme ve yer değiştirme gibi temel fizik kavramları hakkındaki kavram yanılgılarını ayrıntılı bir biçimde ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu yönüyle araştırma, literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

Teknoloji destekli laboratuvarlar sayesinde, gerçek dünya koşullarında yaratılmayan ortamlar (Menon ve ark., 2020; Kartal, 2017) ve tehlikeli deneyler (Wojciechowski ve Cellary, 2013) güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Fen, içerdiği birçok soyut kavram nedeniyle teknolojik çalışmalarının yoğunlaştığı alanlardan biridir. Fizik, soyut kavramların fazla olduğu bir bilim dalı olarak öğrencilere mantıksal ve doğru düşünme becerilerini kazandırmaktadır. Bu nedenle sanal laboratuvar uygulamalarının fizik konularında kavram yanlışlarının giderilmesine ve öğrencilerin kavramsal anlamalarının derinleştirilmesine katkı sağlaması ve yeterlik inançlarının gelişimi açısından önemlidir. Bu araştırma ayrıca, öğretmen adaylarının kavram yanlışları ve fen öğretiminde teknolojiye yönelik yeterlik inançlarını çok boyutlu biçimde ele alması bakımından da önem taşımaktadır. Kavram yanlışlarının belirlenmesi, yalnızca öğretmen adaylarının mevcut bilgi düzeylerini anlamaya değil; aynı zamanda gelecekte kendi öğrencilerine yönelik daha etkili öğretim stratejileri geliştirmelerine de yardımcı olacaktır. Benzer şekilde teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarının ölçülmesi, öğretmen adaylarının fen öğretiminde teknoloji entegrasyonuna ne derece hazır olduklarını ve hangi alanlarda desteklenmeleri gerektiğini ortaya koyacaktır. Sonuç olarak bu araştırma öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını giderme sürecinde sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının etkililiğini karşılaştırmalı olarak ortaya koyması, teknolojiyle fen öğretimi yeterlik inançlarının gelişimini incelemeyi özgün ölçme araçları ile literatüre ve uygulamaya önemli katkılar sağlayacaktır. Elde edilen bulgular da fen eğitimi alanında daha etkili öğretim yöntemleri geliştirilmesine, öğretmen adaylarının mesleki yeterliklerinin artırılmasına ve gelecekte öğrencilerin kavramsal öğrenme süreçlerinin iyileştirilmesine ışık tutacaktır.

1.6. Problem Durumu

Fen eğitiminde kavram yanlışları, öğrenme süreçlerinin en önemli sorunlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Öğrenciler, yeni kavramları anlamlandırırken sahip oldukları ön bilgilerle ilişkilendirirler ancak bu ön bilgiler, her zaman bilimsel doğrularla uyumlu olmayabilir (Posner ve ark., 1982). Özellikle kuvvet, hareket, hız, ivme ve yer değiştirme gibi temel fizik kavramlarında öğrencilerin günlük deneyimlerinden türettikleri sezgisel açıklamalar, bilimsel gerçeklerle çelişebilir ve alternatif kavramsal yapılar oluşmasına yol açabilir (Kıray ve Şimşek, 2021). Araştırmalar, bu kavram yanlışlarının sadece öğrencilerle sınırlı kalmayıp öğretmen adaylarında da görülebileceğini göstermektedir. Örneğin Demirçalı (2006), öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konularında yoğun

kavram yanlışlarına sahip olduğunu ve bu yanlışların öğrencilerine de aktarılabileceğini ortaya koymuştur. Kavram yanlışları, öğrenmenin yalnızca o anını etkilemekle kalmaz; yeni kavramların öğrenilmesini ve bilimsel düşünme becerilerinin gelişimini de olumsuz yönde etkiler (Clement, 1982; McDermot, 2001; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Öğretmen adayları yanlış bilgilerini yeni bilgileri ilişkilendirmeye çalıştıklarında bilgi zincirinde hatalar artar ve kavramsal anlamaları kalıcı biçimde zarar görebilir. Bu durum literatürde önemli bir problem olarak görülmektedir. Bu nedenle kavram yanlışlarının erken dönemde tespit edilmesi ve uygun öğretim stratejileri ile giderilmesi, fen eğitiminde kritik bir ihtiyaçtır. Bu ihtiyaca göre tanısallık testler geliştirilmiş olsa da birçoğu iki ve üç aşamalı olduğu için sınırlı kalmaktadır. Bu sınırlılıktan yola çıkarak etkili bir ölçme aracının geliştirilmesi gerekmiştir (Samsudin ve ark., 2017; Gürel ve ark., 2015). Tespit edilen kavram yanlışlarının ise uygun öğretim süreçleri ile giderilmesi gerekmektedir.

Günümüzde teknoloji destekli öğretim yöntemleri, kavram öğretiminde etkili alternatifler sunmaktadır. Bilgisayar tabanlı öğrenme ortamları, simülasyonlar ve sanal laboratuvarlar; öğrencilerin soyut kavramları görselleştirmesine ve deneysel süreçleri güvenli bir şekilde deneyimlemesine imkân tanır (Gunawan, 2018; Tüysüz, 2010). Bu teknolojik araçlar; öğrencilerin kendi hipotezlerini geliştirmelerine, deney yapmalarına ve problem çözme becerilerini aktif biçimde kullanmalarına olanak sağlar. Böylece yalnızca bilgiyi ezberlemekle kalmaz, uygulama ve analiz becerilerini de geliştirir. Teknolojinin etkileşimli öğrenme için avantajlı olduğu ve kavramsal yanlışlarının azaltıldığı araştırmalarla desteklenmiştir (Zacharia ve De Jong, 2014). Bu durumda teknolojiye yönelik yeterlik inançları da fen eğitimin de önemli bir problem durumu haline gelmiştir. Çünkü teknoloji ile fen öğretimine yönelik gelişmemiş inançlar, teknoloji kullanımda ön yargılar oluşturabilir ve teknolojinin kullanılmaması da kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik etki oluşturamaz. Ayrıca öğretmen adaylarının i) teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve ii) teknoloji ile fen öğretimi yeterliği, teknoloji entegrasyonuna yönelik tutumlarını ve öğretim süreçlerinde teknolojiyi kullanma sıklıklarının doğrudan etkileyebilmektedir. Bu faktörlerin önemi çerçevesinde, öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik özyeterliklerinin geliştirilmesi hem kavramsal öğrenmenin derinleşmesi hem de yenilikçi öğretim yaklaşımlarının sınıf ortamına aktarılması açısından kritik bir gereklilik olarak görülmektedir. Dolayısıyla, öğretmen eğitimi programlarında teknoloji destekli fen öğretimine yönelik inançların güçlendirilmesi, geleceğin öğretmenlerinin pedagojik ve teknolojik açıdan donanımlı bireyler olarak yetişmesine önemli katkı sağlayacaktır. *teknoloji ile fen öğretimi sonuç*

beklentisi: Bu alt faktör, öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının teknolojiyi fen öğretiminde kullanmanın öğrenciler üzerindeki etkisine dair beklentilerini ifade eder. *Teknoloji ile fen öğretimi yeterliği:* öğretmen adaylarının teknolojiyi fen öğretimi sürecinde etkili biçimde kullanma konusundaki özyeterliklerini ve beceri algılarını ölçer. Yani kişi, fen derslerinde teknolojiyi planlama, uygulama ve değerlendirme süreçlerinde ne kadar yetkin olduğunu düşünür. Bu çerçevede yeterlik inançların gelişiminin incelenmesi de önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu durumda teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarının gelişmesi ve kavram yanlışlarının giderilmesinde teknolojinin etkisinin araştırılması gerekmektedir.

Fen öğretiminde teknoloji entegrasyonu, öğretmen adaylarının özyeterlik inançlarını güçlendiren stratejik bir araç olarak öne çıkmaktadır. Araştırmalar; yapılandırılmış ve teknoloji odaklı öğrenme deneyimlerinin, öğretmen adaylarının teknolojiyi etkili kullanabilme kapasitelerini artırdığını göstermektedir (Kartal ve Dilek, 2021; Wang ve ark., 2004). Ancak mevcut literatürde öğretmen adaylarının fen kavramlarını doğru anlamaları, kavram yanlışlarını giderme süreçleri ve teknoloji destekli öğretim uygulamalarındaki yeterliliklerinin geliştirilmesi hâlâ önemli bir araştırma ihtiyacı olarak durmaktadır. Kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesi, öğretmen adaylarının pedagojik özyeterliklerini güçlendirecek ve bu durum öğrencilerin fen derslerine ilgisini ve akademik başarılarını artıracaktır. Özetle fen eğitiminde karşılaşılan temel problem, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının kavram yanlışları, bu yanlışların öğrenme süreçlerine etkisi ve teknoloji destekli öğretim stratejilerinin bu sorunları çözmeye yeterli ve etkin şekilde kullanılamamasıdır. Teknolojinin eğitimi dönüştürmek ve öğrenci öğrenimini geliştirmek için ne ölçüde kullanılabileceği, öğretmen adaylarının, gelecekteki öğrencileriyle Web 2.0 kullanımına yönelik öğretmen yetiştirme programlarında teknolojiden ne ölçüde yararlandıkları tartışma konusu olmuştur. Günümüzde fen öğretiminde teknoloji destekli uygulamaların kullanımı giderek yaygınlaşmakta ve bu durum öğretmen adaylarının hem kavramsal anlamalarını hem de teknoloji entegrasyonuna yönelik yeterlik inançlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle sanal laboratuvar uygulamaları, fen öğretiminde deneysel süreçleri destekleyici bir araç olarak öne çıkmaktadır. Ancak, sanal ve gerçek laboratuvar deneyimlerinin hangi sırayla uygulanmasının öğrenme çıktıları üzerindeki etkisine ilişkin bulgular literatürde sınırlı ve çelişkilidir. Literatürde yer alan çalışmalar, bu konuda farklı uygulama sıralamalarının öğrenme başarısı ve kavram gelişimi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Örneğin Puntambekar ve ark. (2021), birinci deney grubuna önce gerçek

makara deneylerini ardından sanal laboratuvar uygulamalarını sunarken; ikinci grupta bu sıralamayı tersine çevirmiştir. Araştırma sonucunda, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir. Benzer şekilde Erdosne Toth ve ark. (2009) da birinci gruba önce sanal ardından gerçek laboratuvar deneyimleri, ikinci gruba ise bunun tersi bir süreç uygulamış ve öğrenme başarısı açısından anlamlı bir fark saptamamıştır. Bununla birlikte, öğrencilerin her iki laboratuvar türünü bir arada deneyimlediklerinde öğrenme üzerinde daha belirgin bir olumlu etki gözlemlendiği ifade edilmiştir. Bu çalışmada ise, süreç haftalara bölünmeden, üç saatlik tek bir ders süresinde hem gerçek hem de sanal deneylerin uygulanması sağlanmıştır. Bir grupta önce gerçek ardından sanal laboratuvar deneyimleri, diğer grupta ise önce sanal ardından gerçek deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, uygulama sırasının öğretmen adaylarının teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarının gelişimini ve kavram yanılgılarının giderilmesine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.7. Problem Cümlesi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konusundaki teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarının, kavram yanılgıları ve özyeterlik inançları üzerine etkisi var mıdır?

1.7.1. Alt problemler

Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji ile desteklenmiş laboratuvar uygulamaları sonrasında ön test ve son testleri karşılaştırılarak öğretmen adaylarının

1. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarının gelişimine etkisi,
2. Kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik kavram yanılgılarının giderilmesine etkisi var mıdır?

Ayrıca nitel ölçme araçları için öğretmen adaylarının

1. Fenin tanımına ilişkin görüşleri,
2. Grup çalışmasına ilişkin görüşleri,
3. Gerçek laboratuvar uygulamalarına ilişkin görüşleri,
4. Sanal laboratuvar uygulamalarına ilişkin görüşleri,
5. Teknolojiye ilişkin görüşleri,
6. Deney sıralamasına ilişkin görüşleri,
7. Kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin görüşlerine yönelik alt problemlere cevap aranması amaçlanmıştır.

1.8. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmada,

- Katılımcıların araştırmada kullanılan nicel ve nitel ölçme araçlarına objektif ve samimi yanıt verdikleri,
- Uygulama sürecinde ruhen negatif düşünceye sahip olmadıkları,
- Katılımcıların benzer geçmiş deneyimlere sahip oldukları varsayılmaktadır.

1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmada,

- Veri kaynağı olarak, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kırıkkale Üniversitesi ve Aksaray Üniversitesinde fen bilgisi öğretmenliği programın öğrenim görmekte olan üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayları,
- Teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarında kullanılan nicel ve nitel veri toplama araçları,
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket kavramları ve teknoloji ile fen öğretimi özyeterlik inançları,
- 2024-2025 güz dönemi ile sınırlıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, araştırmanın bağlamını desteklemek amacıyla ilgili literatür kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Öncelikle fen öğretimine yönelik öğretmen adaylarının özyeterlik gelişimi ve teknoloji destekli öğretim yöntemlerinin bu özyeterlik gelişimi üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalara yer verilmiştir. Ayrıca, fen bilimleri öğretiminde karşılaşılan kavram yanlışları ve bu yanlışların giderilmesine yönelik yürütülen araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Kavram Yanılgısına Yönelik Çalışmalar

Artiawati ve ark. (2016), kavramsal değişim odaklı etkileşimli ders uygulanmasının Newton'un Birinci Yasası hakkında kavram yanlışlarına sahip öğrencilerin sayısının azaltılmasına etkisini araştırmışlardır. Öğrencilerin fizikte kuvvet ve hareket kavramları konusundaki kavram yanlışlarını incelemek amacıyla deneysel bir çalışma uygulanmıştır. Teknoloji destekli laboratuvarların uygulanmasının bir programa dahil edilerek Newton'un birinci yasa hakkındaki kavram yanlışlarının giderilebilmesi için kullanılmasını önermiştir. Çalışma; bilgisayar tabanlı öğretimin kullanılmasının, öğrencilerin kuvvet ve hareket hakkındaki kavram yanlışlarını ortadan kaldırdığını göstermiştir.

Şimşek ve ark. (2019), nicel ve nitel yöntemleri kullandığı çalışmada öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konularında kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemiştir. Tarama araştırması yürüttüğü çalışmada; öğretmen adaylarının literatürden farklı olarak yeni kavram yanlışları geliştirmedikleri, literatürle paralel olan kavram yanlışlarının devam ettiğini belirtmiştir. Yani öğretmen adaylarının benzer kavram yanlışlarının, kültürler arasında benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Tunç ve ark. (2012), çalışmasında, sınıf öğretmeni adaylarının fizik konularındaki kavram yanlışlarını belirlemek ve kullanılan test tekniğinin (üç aşamalı açıklamalı test) sonuçlara etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırma, 6 üniversiteden 301 öğretmen adayı ile yürütülmüş, kavram yanlışlarını ölçmek için 4 soruluk üç aşamalı çoktan seçmeli test uygulanmıştır. Sonuçlar, öğretmen adaylarının kuvvet, hareket, elektrik, ışık ve ses konularında ciddi kavram yanlışlarına sahip olduğunu göstermiştir. Özellikle öğrencilerin, fiziksel olayları günlük yaşam mantığıyla açıklamaya eğilimli oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, üç aşamalı testlerin bir aşamalı testlere göre kavram yanlışlarını daha doğru biçimde ortaya koyduğu bulunmuştur. Araştırma sonucunda, tanılayıcı testlerin kavram öğretiminde mutlaka kullanılması ve anlamlı öğrenme, kavram

karikatürleri, tartışma temelli etkinlikler gibi yöntemlerle bu yanlışların giderilmesi önerilmiştir.

Kınık Topalsan (2015), öğretmen adaylarının kuvvet-hareket kavram yanlışlarını gidermek için deneysel bir çalışma kullanmıştır. Bu çalışmada deney grubunda farklı öğretim planları ile kavram yanlışlarının giderilmesi amaçlanmıştır. Süreçte örnek olay, çalışma kağıtları, argümanlar gibi öğrenim sürecine ek gereçler kullanmıştır. Uygulamanın ardından deney grubunda kavram yanlışlarının giderildiğini, Kontrol Grubunda ise YÖK kur tanımına göre devam eden ders sonrasında literatüre ek olarak yeni kavram yanlışların oluştuğunu tespit etmiştir. Kavram yanlışlarının giderilmesinde müdahalenin önemli olduğunu ifade etmiştir.

Güneş ve ark. (2010)'nın yaptıkları nitel çalışma; kavram yanlışlarının nedenleri konusunda fen bilgisi öğretmenlerinin eksik ya da yanlış bilgisi, konuların birbiriyle ilişkili olmaması, bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilememesi gibi faktörleri öne çıkarmıştır. Sınıf öğretmenlerinde ise eksik bilgi ve öğrencilerdeki motivasyon eksikliğini, kavram yanlışlarının oluşma nedeni olarak göstermiştir. Fen bilgisi öğretmenleri genellikle kavram yanlışlarını soru-cevap şeklinde, sınıf öğretmenleri ise sınav sonuçlarından tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Kavram yanlışlarını gidermek için fen bilgisi öğretmenleri konu tekrarı ve konu özeti yaparken sınıf öğretmenleri öğrencilere araştırma yaptırmaktadırlar. En çok karşılaşılan kavram yanlışlarının kütle, ağırlık, hız, ısı, sıcaklık kavramları olduğunu belirtmişlerdir.

Avcı ve ark. (2012), yapmış oldukları üç aşamalı teşhis testlerinde öğretmen adaylarının iş konusundaki bilgilerini eksik bilgidен, hatadan ve tahminden ayırt ederek geçerli ve güvenilir bir şekilde tespit etmek için üç aşamalı 5 soru kullanmıştır. Araştırmanın sonuçları, öğretmen adaylarının iş konusunda kavram yanlışlarının olduğunu ortaya koymuştur. Öğretmen adaylarının bu yanlışlara sahip olmalarının nedenleri arasında günlük hayattaki iş ile fiziksel anlamdaki iş kavramını ayırt edememeleri ve iş ile güç kavramlarını karıştırmaları gösterilmiştir.

Demirci (2005), kuvvet ve hareket konularında öğrenci başarısını ve kavram yanlışlarını araştırmak amacıyla bir web tabanlı fizik programının kullanımını incelemiştir. Florida Eyaleti'nde bulunan iki devlet lisesinde gerçekleştirilen deneysel çalışmada, web tabanlı programın kuvvet ve hareket konularındaki kavram yanlışlarını gidermede kontrol grubuna göre %12.6 oranında daha fazla bilgi sağladığını ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, web tabanlı programın kavram öğretiminde normal dersle birleştirildiğinde daha etkili olduğunu göstermektedir.

Eryılmaz (2002), kuvvet ve hareket konularında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermeye yönelik olarak kavramsal ödevler ve kavramsal değişim tartışmalarının etkilerini incelemiştir. 396 katılımcı ile yürüttüğü çalışmada, öncelikle sınıflara Kuvvet Kavram Yanılgısı Testi ve Kuvvet Başarı Testi uygulanmış; böylece öğrencilerin mevcut durumları belirlenmiş ve sınıflar istatistiksel olarak eşleştirilmiştir. Daha sonra öğrenciler iki farklı uygulama grubuna ayrılmıştır. Birinci gruptaki öğrenciler, kuvvet ve hareket konularına ilişkin beş adet kavramsal ödev yapmış; ikinci gruptaki öğrenciler ise kavramsal değişim tartışmalarına katılmışlardır. Araştırma bulguları, kavramsal değişim tartışmalarının öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarını azaltmada etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra kavramsal değişim tartışmalarının, öğrencilerin akademik başarılarını anlamlı bir şekilde artırdığı da belirlenmiştir.

Bayraktar (2009), fen bilgisi öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konularındaki kavram yanlışlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın ikincil amacı ise bu kavram yanlışlarının cinsiyet, öğrenim düzeyi ve kültür değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını ortaya koymaktır. Çalışma, 79 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Kuvvet ve hareket konularına yönelik 29 çoktan seçmeli sorudan oluşan ölçme aracında her yanlış seçenek, öğrencilerin sahip olabileceği belirli bir kavram yanlışını yansıtmaktadır. Bulgular, öğretmen adaylarının özellikle itki ve etkin kuvvet kavramlarına ilişkin güçlü kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermiştir. Cinsiyet değişkenine göre kavram yanlışlarında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Öte yandan öğretim süresi ilerledikçe kuvvet ve harekete yönelik kavram yanlışlarının azaldığı, ancak tamamen ortadan kalkmadığı bulunmuştur.

Surtiana ve ark. (2020), öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermeye yönelik sanal laboratuvar etkinliklerinde kullanılabilir, geçerliliği test edilmiş bir sanal kavramsal değişim laboratuvarı modeli geliştirmeyi amaçlamıştır. Araştırma, özellikle paralel elektrik devresi konusundaki kavram yanlışlarını hedef almış ve uzman değerlendirmeleri ile sınırlı sayıda öğrenci üzerinde uygulanmıştır. Araştırma sonucunda geliştirilen sanal kavramsal değişim laboratuvarı modelinin yapı ve içerik açısından geçerli olduğu, sanal laboratuvar etkinlikleriyle yapılan öğretimin kavram yanlışlarını gidermede yüksek düzeyde etkili olduğunu belirtmiştir.

Addido ve Burrows (2022), kavramsal değişim modelinin öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konusundaki kavramsal anlayışı üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının kavramsal anlayışlarını ölçmek için

testler ve anketler kullanılmış ve elde edilen veriler nicel analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Analizler, kavramsal değişim modeli ile öğretmen adaylarının kavramsal anlayışları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bulgular, kavramsal değişim metinlerinin katılımcıların kavram yanlışlarını düzeltmede ve kavramsal anlayışlarını geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Younis (2022), öğretmen adaylarının fizik kavramlarındaki yanlışlarını belirlemek, tanımlamak ve gidermek için özellikle simülasyon temelli öğrenme yaklaşımlarının kavramsal değişim üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada, ön test ve son testler uygulanmış ve kavramsal değişim atölyesi, 5E modeli temel alınarak ve bağımsız çalışma simülasyonları ile desteklenerek tasarlanmıştır. Bazı etkinlikler pratik deneylerle de desteklenmiştir. Analizler, simülasyon odaklı 5E modelinin öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğunu göstermiştir. Katılımcılar, öğrendiklerini farklı durumlara aktarabilmiş ve daha önce ele alınmamış fizik kavramlarını da daha iyi anlamışlardır. Simülasyon destekli kavramsal değişim atölyelerinin, öğretmen adaylarının kavramsal anlayışını geliştirmede etkili bir yöntem olduğunu ve fen eğitimi alanında dikkate alınması gereken bir öğretim yaklaşımı olduğunu ifade etmiştir.

Tsehay Mengistie (2025), simülasyon ve animasyon destekli öğretim yöntemlerinin, öğretmen adaylarının Dünya'nın dönmesi ve yörüngesel hareketi konusundaki kavramsal anlayışlarını ve bilgiyi kalıcı hâle getirmelerini geliştirmedeki etkisini incelemiştir. Çalışmada yarı deneysel bir desen kullanmış; veri toplamak için çoktan seçmeli ve kısa yanıtlı testler, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve sınıf içi gözlemleri kullanmıştır. Son test sonuçları, simülasyon ve animasyon destekli öğretim yönteminin deney grubunda kavramsal anlayışı belirgin biçimde artırdığını göstermiştir. Ayrıca bu yöntemin katılımcıların sınıf içi katılımını, özyeterliliğini ve öğrenmeye yönelik motivasyonunu arttırdığını belirtmiştir. Teknoloji destekli öğretim stratejilerinin, geleneksel ders anlatımına göre daha etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Kuvvet ve hareket konularında yapılan araştırmaların genel bir değerlendirmesine bakıldığında kavram yanlışlarının; eğitim sürecinde oldukça yaygın, kalıcı ve dirençli olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrenciler ve öğretmen adayları; itki, etkin kuvvet, kütle-ağırlık ilişkisi, iş ve güç kavramları gibi temel konularda yanlış anlamalara sahiptir. Bu yanlışlıklar sadece bireysel öğrenme sürecinden değil; öğretim yöntemlerinden, öğretmenlerin konuya hakimiyetinden ve derslerin günlük yaşamla bağlantılandırılma biçiminden de kaynaklanmaktadır. Yani kavram yanlışları hem öğrencinin zihinsel

yapısından hem de eğitim ortamından beslenen çift yönlü bir olgudur. Geleneksel öğretim yöntemleri, bu yanlışların ortadan kaldırılmasında çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Hatta kimi zaman yeni kavram yanlışlarının oluşmasına bile neden olabilmektedir. Oysa teknoloji destekli öğretim uygulamaları, bilgisayar tabanlı laboratuvarlar, web tabanlı programlar ve etkileşimli deneyler; öğrencilerin kavramları daha doğru ve kalıcı biçimde öğrenmelerini sağlamaktadır. Bu tür yöntemler, öğrencinin öğrenme sürecine aktif katılımını artırarak yalnızca bilgiyi aktarmakla kalmaz; aynı zamanda öğrencinin yanlış çıkarımlarını sorgulamasına da fırsat tanır. Benzer şekilde sorgulamaya dayalı laboratuvarlar, argümantasyon temelli dersler ve kavramsal tartışmalar; kavram yanlışlarını azaltmada etkili yöntemler arasında öne çıkmaktadır. Bu yöntemler, öğrencilerin pasif bilgi alıcısı olmaktan çıkıp aktif sorgulayıcı ve tartışmacı bireyler haline gelmesini destekler. Dolayısıyla kavram yanlışlarının azaltılmasında en önemli unsur, öğrencinin zihnindeki yanlışları fark etmesi ve öğrenme sürecini deneyimsel hale getirmektir. Bunun yanında kavram yanlışlarının tespit edilmesi de sürecin kritik bir parçasıdır. Yalnızca sınav sonuçlarına ya da yüzeysel sorulara bakmak, bu yanlış anlamaları ortaya çıkarmak için yeterli değildir. Öğrencilerin neden yanlış düşündüğünü açığa çıkaran açıklamalı ve çok aşamalı testler, yanlışların kökenine inmeyi mümkün kılar. Bu sayede eğitimciler, öğrencilerin hangi noktada ve neden yanlış olduklarını daha iyi anlayabilir; buna göre öğretim yöntemlerini uyarlayabilir. Sonuç olarak kavram yanlışlarının tamamen ortadan kaldırılması kolay değildir. Ancak uygun yöntemlerle azaltılabilir ve öğrencilerin doğru kavramsal anlayışa ulaşmaları desteklenebilir. Bunun için teknoloji entegrasyonu, sorgulamaya dayalı öğrenme, kavramsal tartışmalar ve ölçme araçlarının bilinçli kullanımı ön plana çıkmaktadır. Ayrıca öğretmenlerin bu konuda donanımlı hale gelmesi, kavram yanlışlarının oluşumunu önlemede ve mevcut yanlışları gidermede en önemli faktörlerden biridir.

2.2. Teknoloji ve Fen Öğretimi Yeterliklerine Yönelik Çalışmalar

Finkelstein ve ark. (2005), yürüttükleri çalışmalarında, fizik dersinin ikinci döneminde gerçek laboratuvar ekipmanları yerine bilgisayar simülasyonlarının kullanılmasının etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, doğru akım devresi laboratuvarı, öğrencilerin bilgisayar simülasyonu kullanarak yaptıkları deneylerle, gerçek ampuller, ölçü aletleri ve teller kullanarak yaptıkları deneyler arasında bir karşılaştırma yapılacak şekilde düzenlenmiştir. Çalışmada iki farklı öğrenci grubu yer almıştır: biri gerçek laboratuvar ekipmanlarıyla çalışan grup, diğeri ise elektron akışını açık biçimde

modelleyen bir bilgisayar simülasyonu kullanan grup. Bu iki grup hem fizik kavramlarını anlama düzeyleri hem de gerçek laboratuvar ekipmanlarıyla çalışma becerileri açısından karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, simülasyon kullanan öğrencilerin yalnızca kavramsal testlerde değil, aynı zamanda gerçek bir devreyi kurma ve çalışma prensibini açıklama görevlerinde de gerçek laboratuvar grubundaki akranlarına göre daha başarılı olduklarını göstermiştir. Bu sonuç, sanal laboratuvar ortamlarının, öğrencilerin hem kavramsal öğrenmelerini hem de uygulama becerilerini geliştirme konusunda etkili bir alternatif olabileceğini ortaya koymuştur.

Özdemir (2025), çevrimiçi öğretim teknolojileri eğitimi kapsamında Web 2.0 araçları kullanarak dijital öğretim materyalleri hazırlama etkinliklerinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerine ilişkin özyeterlik inançları ve bakış açıları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada, kontrol grubu olmayan yarı deneysel bir ön tests son test deseni ve açıklayıcı karma yöntem kullanmıştır. Araştırma grubunu Ankara'daki bir üniversitede birinci sınıfta öğrenim gören 41 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmuştur. Öğretmen adayları on hafta boyunca Web 2.0 araçlarıyla dijital materyal hazırlama etkinliklerine katılmıştır. Nicel veriler ön test ve son test olarak uygulanan özyeterlik ölçeğiyle, nitel veriler ise yarı yapılandırılmış görüşmelerle toplanmıştır. Sonuçlar, bu etkinliklerin öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerine ilişkin özyeterliklerini anlamlı şekilde artırdığını ve mesleki deneyim ile teknolojik yeterlik kazanmalarını sağladığını göstermiştir.

Menon ve ark. (2020), çalışmasında mobil teknoloji temelli *Exploring Physics* müfredatının, ilköğretim öğretmen adaylarının teknoloji özyeterliklerine etkisini incelemiştir. Araştırma, ABD'de büyük bir devlet üniversitesinde özel bir fizik dersi alan 67 öğretmen adayı üzerinde yürütülmüştür. Deney grubundaki 34 öğrenci müfredatı iPad üzerinden dijital olarak kullanırken kontrol grubundaki 33 öğrenci benzer içeriğe sahip geleneksel müfredat ile ders sürecine devam etmişlerdir. Veri toplama sürecinde ön test ve son test olarak uygulanan teknoloji özyeterlik ölçeği, odak grup ve bireysel görüşmeler, haftalık sınıf gözlemleri ve öğrenci materyalleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları; deney grubunun teknoloji özyeterliklerinde anlamlı bir artış olduğunu, karşılaştırma grubunun ise düşüş yaşadığını göstermiştir. Ayrıca müfredatın sunduğu dijital olanaklar, öğretmen adaylarının mobil teknolojileri fen öğretiminde kullanma konusunda farkındalık kazanmalarına ve teknolojik yeterliklerini geliştirmelerine katkı sağlamıştır.

Onbaşı (2020); Web 2.0 araçları ile desteklenen fen öğretimi uygulamalarının, ilköğretim öğretmeni adaylarının bu araçları kullanma konusundaki özyeterlik algılarına etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma, tek gruplu yarı deneysel tasarımıyla yürütülmüş ve nitel verilerle desteklenmiştir. Fen bilgisi öğretmenliği programına kayıtlı 40 öğretmen adayı ile yürüttüğü çalışma da bir dönem boyunca Fen ve Teknoloji Öğretimi II dersi kapsamında yürütülmüştür. Elde edilen bulgular, Web 2.0 araçları ile desteklenen fen öğretimi uygulamalarının öğretmen adaylarının özyeterlik algılarını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Nitel veri analizinden elde edilen bulgularda ise katılımcıların bu araçların öğrenme sürecini geliştirdiğini, yenilikçi olduğunu, üst düzey düşünme becerilerini, yaratıcılığı ve hayal gücünü desteklediğini ve fen öğretiminde kaygı ve kavram yanılgılarının giderilmesine yardımcı olabileceğini düşündüklerini ortaya koymuştur.

Bazie ve ark. (2024), kimya eğitiminde sanal laboratuvarların etkisini incelemiştir. Araştırmada sanal laboratuvarların gerçek laboratuvarlara alternatif veya tamamlayıcı olup olamayacağını belirlemek amaçlanmıştır. Yöntem olarak yarı deneysel bir tasarım kullanılmıştır. Çalışmada öğretmen adaylarını üç gruba ayırmıştır: geleneksel laboratuvar (20), sanal laboratuvar (20) ve sadece teorik ders (20). Elde ettiği bulgulara göre müdahale öncesinde gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur. Müdahale sonrasında ise en yüksek başarı gerçek laboratuvar grubunda, ardından sanal laboratuvar grubunda; en düşük başarı ise yalnızca ders grubunda görülmüştür. Gerçek ve sanal laboratuvar gruplarının ders grubuna göre anlamlı düzeyde daha başarılı olduğunu belirtilmiştir. Ancak gerçek ve sanal laboratuvar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Sanal laboratuvarların, gerçek laboratuvarların bulunmadığı durumlarda etkili bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini ve öğrencilerin öğrenmesini geleneksel ders yöntemine kıyasla önemli ölçüde artırdığını belirtmiştir.

Kartal ve Dilek (2021), fen öğretmeni adaylarının fen öğretiminde teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilme becerilerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada deney grubundaki öğrenciler, sadece teknolojiyi öğrenmekle kalmamış; aynı zamanda teknoloji tabanlı fen etkinlikleri tasarlayıp uygulayarak derslerini akranlarıyla paylaşmış ve teknoloji odaklı dersler planlayıp uygulayarak ders anlatımına yönelik deneyim kazanmışlardır. Araştırmada deney grubunun, kontrol grubuna kıyasla Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) düzeyinde anlamlı bir artış gözlenmesidir. Bu durum,

öğrencilerin teknoloji entegrasyonunu uygulamalı bir biçimde gerçekleştirdiklerinde özyeterliklerinde gelişme olduğunu ortaya koymuştur.

Lee (2025), öğretmen adaylarının fen öğretiminde hem alan bilgilerini hem de özyeterliklerini geliştirmeyi amaçlayarak gerçek laboratuvar ve sanal laboratuvar etkinliklerini bir araya getiren bir fizik fen ders müfredatının geliştirilmesini ve uygulanmasını incelemiştir. Müfredat, üç dönem boyunca farklı gerçek laboratuvar ve sanal laboratuvar kombinasyonlarıyla uygulanmış ve her dönemde öğretmen adaylarının kazanımları izlenmiştir. Araştırma bulguları, uygulamalı laboratuvar etkinliklerinin, sanal laboratuvar etkinlikleriyle birlikte ya da tek başına kullanıldığında öğretmen adaylarının fizik alan bilgisi ve fen öğretiminde özyeterlik düzeylerini anlamlı biçimde artırdığını göstermiştir. Ayrıca, üç farklı uygulama yaklaşımı arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum, sanal laboratuvarların sınırlı süreyle dahi uygulanmasının uygulamalı laboratuvarlarla birlikte kullanıldığında öğretmen adaylarının hem fen içerik bilgisi hem de öğretim özyeterliklerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir.

Çelik ve Karamustafaoğlu (2016), yapmış oldukları çalışmada, 34 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürüttükleri deneysel çalışmada fen bilgisi öğretmeni adaylarının bilişim teknolojilerine yönelik özyeterlik algıları ölçülmüş; ayrıca bilgisayar destekli öğretim uygulamalarına dair görüşleri ve eleştirileri incelemiştir. Bulgulara göre öğretmen adaylarının özyeterlik algıları iyi düzeyde bulunmuştur. Adaylar, gerçek deneyleri önemli görmelerine rağmen sanal deneylerin de öğrenmeyi desteklediğini kabul etmişlerdir. Bilgisayar destekli öğretimin motivasyonu artırdığı, soyut kavramları somutlaştırdığı ve öğrenme sürecini zenginleştirdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte yazılım hataları, uygulama sürecindeki zorluklar ve deneyim eksikliği gibi sınırlılıklar da öğretmen adayları tarafından dile getirilmiştir.

Husnaini ve Chen (2019), yürüttüğü deneysel çalışmasında fizik öğrenimi için sınırlı imkânlarla sahip ülkelerde düşük maliyetli teknoloji destekli laboratuvarların etkisini incelemiştir. Sanal laboratuvarla sarkaç deneyi simülasyonla yapılırken gerçek laboratuvarla telefon uygulamalarıyla desteklenmiş gerçek düzenek kullanılmıştır. Sonuçlar, sanal laboratuvarın basit kavramlarda gerçek laboratuvar kadar etkili olduğunu, zor kavramlarda ve öğrencilerin bilimsel sorgulama özyeterliklerini geliştirmede ise daha üstün olduğunu göstermiştir. Öte yandan gerçek laboratuvar; öğrencilerin planlama, uygulama ve deney geliştirme becerilerinde daha başarılı sonuçlar vermiştir. Her iki yöntem de öğrenme sürecini daha keyifli hale getirmiştir. Genel olarak sanal ve gerçek

laboratuvarların birbirinin alternatifi değil; tamamlayıcısı olduğu, birlikte kullanıldığında daha güçlü bir öğrenme ortamı sunduğu belirtilmiştir.

Başer ve Durmuş (2009) fen bilgisi öğretmeni adaylarının doğru akım elektrik konusundaki kavramsal anlamalarının, sanal laboratuvar ve gerçek laboratuvar ortamlarında nasıl değiştiği karşılaştırılmıştır. İki grup oluşturulmuş, bir grup bilgisayar simülasyonlarıyla diğer grup ise gerçek deney araçlarıyla çalışmıştır. Uygulama öncesinde yapılan testte iki grup arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Üç hafta süren “sorgulamaya dayalı fizik” dersinden sonra testler tekrar uygulanmış ve sonuçlar her iki grubun da kavramsal öğrenme açısından benzer kazanımlar elde ettiğini göstermiştir. Sanal laboratuvar da gerçek laboratuvar kadar etkili olmuştur. Öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını geliştirmek için pahalı ve fiziksel araçlara ihtiyaç yoktur. Sanal simülasyonlar, doğru şekilde tasarlandığında ve sorgulamaya dayalı bir yaklaşımla kullanıldığında gerçek deneyler kadar güçlü bir öğrenme aracı olabileceğini belirtmişlerdir.

Gundel ve ark. (2019), simülasyonlarının öğretmen adaylarının özyeterlikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, araştırmada öğretmen adayları farklı sürelerde (30, 60 veya 90 dakika) simülasyonlara maruz bırakarak deneysel bir çalışma yürütmüştür. Bulgular, simülasyonlara maruz kalma süresinin özyeterlik üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca zaman faktörüyle etkileşim incelendiğinde simülasyonun ilk 30 dakikasında özyeterlikte geçici bir düşüş görülmesine karşın daha uzun süreli kullanımlarda özyeterlik düzeyinin arttığı ortaya çıkmıştır. Simülasyonlarının öğretmen adaylarının öğretim özyeterliklerini geliştirmede etkili olduğu, ancak ilk kullanımda kısa süreli bir düşüş yaşanabileceği belirtilmiştir.

Aydın ve Karyağdı (2023), öğretmen adaylarının teknoloji destekli kavramsal değişim etkinliklerine ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma nitel bir betimsel çalışma olarak yürütmüştür. Çalışmada, öğretmen adaylarıyla yapılan teknoloji destekli çevrim içi kavramsal değişim uygulamaları 5 hafta (10 ders saati) sürmüştür. Çevrim içi dersler, Adobe Connect yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Birinci haftada öğretmen adaylarına kavramsal değişim ve kavram öğretimi anlatılmıştır. İkinci haftada “Inspiration” yazılımı kullanılarak kavram haritaları oluşturulmuştur. Üçüncü haftada “Mind Manager” yazılımı ile zihin haritaları uygulanmıştır. Dördüncü haftada “Powtoon” web sitesi kullanılarak kavram karikatürleri hazırlanmıştır. Beşinci haftada ise yine “Powtoon” web sitesi üzerinde kavramsal değişim metinleri hazırlanmıştır. Araştırmanın sonunda Öğretmen adayları, teknoloji destekli kavramsal değişim

etkinlikleri hakkında olumlu görüşler bildirmiş ve gelecekte meslek hayatlarında öğrendiklerini kullanacaklarını ifade etmiştir. Ayrıca öğretmen adayları, uygulamada kullanılan araçların öğrenciler açısından konunun daha iyi ve anlamlı öğrenilmesini sağlayacağını, dersi eğlenceli hale getireceğini; öğretmen açısından ise zaman kazandıracağını ve nitelikli bir ders ortamı yaratacağını ifade etmiştir. Araştırma sonucunda araştırmacılar, eğitim fakültelerinde öğrenim gören öğretmen adaylarının lisans eğitimlerinde teknoloji destekli derslere daha fazla yer verilmesi önermişlerdir.

Temur ve ark. (2022), fen bilgisi öğretmenliği üçüncü ve dördüncü sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarıyla yaptıkları tarama çalışmasında, fen öğretimine yönelik özyeterlik algıları ile sınıfta teknoloji kullanma eğilimleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bulgular, iki değişken arasında pozitif fakat görece zayıf bir doğrusal ilişki olduğunu göstermiştir. Hesaplanan determinasyon katsayısının %8 olması, özyeterlik algısının teknoloji kullanma eğilimindeki değişimin yalnızca küçük bir kısmını açıkladığını ortaya koymuştur. Bu sonuç, ilişkiyi etkileyen başka faktörlerin de bulunduğu işaret etmektedir. Araştırma, fen öğretimine yönelik yüksek düzeyde özyeterlik algısının teknoloji kullanma eğilimini artırdığını, dolayısıyla özyeterlik gelişiminde teknolojinin destekleyici bir unsur olabileceğini göstermiştir.

Wilkins (2023), fen bilgisi öğretmenleri ile yaptığı çalışmada dijital fen ders kitaplarının kullanımını araştırmıştır. Çalışmada öğretmenlerin dijital kullanmalarının birbirleri arasında farklılık gösterdiğini, bazı öğretmenlerin ise dijital kitapları kullanabilmek için destek almak istediklerini belirtmiştir. Bu çalışmanın sonucunda ise öğretmenlerin eğitim dönemlerinde teknoloji özyeterliklerinin geliştirilmesi gerektiğini önermiştir. Çünkü öğretmenlerin teknolojiye yönelik özyeterlikleri, onların dijital materyalleri derslerine entegre etme biçimlerini doğrudan etkilemekte ve sınıf içi öğretim uygulamalarının niteliğini belirlemektedir. Ayrıca teknoloji özyeterliği yüksek olan öğretmenlerin dijital kaynakları daha etkin kullanabildiği, öğrenci etkileşimini artırabildiği ve öğretim süreçlerini zenginleştirebildiği ifade edilmektedir.

Abit (2001), öğretmen adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) ölçümleri ile teknoloji entegrasyonuna ilişkin özyeterlik inançları arasındaki ilişkiyi incelemeyi incelemek için deneysel çalışma yürütmüştür. Ön test ve son test verilerinin çoklu regresyon analizi, TPAB bilgi alanları ile özyeterlik inançları arasındaki yordayıcı ilişkinin zaman içinde değiştiğini belirtmiştir. Bulgularda, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna ilişkin özyeterlik inançlarının, TPAB modelindeki belirli bilgi alanlarından etkilendiğini ortaya koymuştur. Ayrıca çalışma, bilgi ve özyeterlik inançları

arasındaki karmaşık ilişkinin dinamik bir yapıya sahip olduğunu göstermiş ve teknoloji entegrasyonuna dair öğretmen adaylarının inançlarını etkileyen potansiyel odak noktalarını belirlemiştir. Ayrıca öğretmen eğitimi programlarında TPAB gibi bilgi alanlarının geliştirilmesinin, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna yönelik özyeterliklerini artırmada önemli bir rol oynayabileceğini ifade etmiştir

Fen öğretmeni adaylarının eğitiminde teknoloji ve laboratuvar uygulamalarının önemi giderek artmaktadır. Araştırmalar hem sanal hem de gerçek laboratuvarların öğrenme sürecinde birbirini tamamlayıcı nitelikte olduğunu göstermektedir. Basit kavramların öğreniminde sanal laboratuvarlar, gerçek deneylerle eşdeğer düzeyde etkili olabilirken daha karmaşık kavramların anlaşılmasında ve bilimsel sorgulama becerilerinin geliştirilmesinde sanal ortamlar özellikle faydalı olabilmektedir. Öte yandan deney planlama, uygulama ve deney geliştirme gibi becerilerde gerçek laboratuvarlar; öğrencilerin pratiğini güçlendirmektedir. Bu durum, öğretim süreçlerinde her iki yöntemin dengeli ve bilinçli bir şekilde kullanılması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Teknoloji entegrasyonu yalnızca araçları tanıtmakla sınırlı kalmamalıdır. Web 2.0 araçları, mobil uygulamalar ve simülasyonlar öğretmen adaylarının özyeterlik algısını artırmakta ve öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını teşvik etmektedir. Uygulamalı deneyimler, öğretim planlama ve ders tasarlama süreçleri; teknoloji kullanımında güven kazandırmakta ve öğretmen adaylarının mesleki becerilerini pekiştirmektedir. Bununla birlikte teknolojinin ilk kullanımı sırasında kısa süreli özyeterlik düşüşleri gözlemlenebilmekte, bu nedenle başlangıç aşamasında rehberlik ve destek sağlanması kritik bir öneme sahip olmaktadır. Teknoloji tabanlı uygulamalar ayrıca motivasyonu artırmakta, soyut kavramları somut hâle getirmekte ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmektedir. Sanal laboratuvarlar, özellikle imkânları sınırlı okullarda düşük maliyetli ve erişilebilir öğrenme fırsatları sunarak eğitimde eşitlik sağlamaktadır. Karma laboratuvar uygulamaları hem sanal hem gerçek deneyleri bir araya getirerek öğretmen adaylarının hem içerik bilgisi hem de öğretim özyeterliğini artırmada güçlü bir etki yaratmaktadır. Sonuç olarak modern fen eğitimi programlarında teknoloji entegrasyonu ve laboratuvar deneylerinin bilinçli bir şekilde harmanlanması, öğretmen adaylarının mesleki gelişimini desteklemenin yanı sıra öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve kavramsal anlayışını da önemli ölçüde güçlendirmektedir. Bu yaklaşım; fen öğretiminde öğrenci merkezli, etkileşimli ve etkili bir öğrenme ortamı oluşturmanın anahtarıdır.

3. MATERYAL VE METOT

Araştırmanın bu kısmında araştırma yöntemi, çalışmanın grubu, veri toplama araçları ve güvenilirliği, verilerin toplanması ve verilerin analizine ilişkin süreç detaylı olarak ele alınmıştır.

3.1. Araştırma Modeli

Literatür incelendiğinde üç tip araştırma yöntemin olduğu görülmektedir (Creswell, 2012; Fraenkel ve ark., 2012). Bunlar nicel, nitel ver her iki yöntemde bir arada kullanıldığı karma araştırma desenleridir. Nicel, nitel ver her iki yöntemde bir arada kullanıldığı karma desen kullanılmaktadır. Nitel araştırmalarda veriler, sözel ya da görsel yollarla elde edilir ve raporlaştırılır. Nicel çalışmalarda ise araştırma verileri, anketler veya deneysel desenler ile toplanır. Karma yöntem araştırmalarında ise veriler aynı çalışma içerisinde hem nicel hem de nitel verilerin toplanması yoluyla gerçekleştirilir (Fraenkel ve ark., 2012). Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının bir dönem boyunca gerçekleştirdikleri Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersi kapsamında kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik kavram yanılgılarının tespiti ve teknoloji destekli fen öğretiminin kavram yanılgıları üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu bölümde ön test ve son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda ise görüşme ve gözlem kullanılmıştır. Araştırmanın nicel boyutunda ise dört aşamalı tanı test ve nicel ölçme araçları kullanılmıştır. Bu araştırma, geleceğin fen bilgisi öğretmenlerinin kavram yanılgılarının tespiti ve bu kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik çeşitli uygulamaları içermektedir. Bu uygulamalar ise 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının aldıkları Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersinde teorik ders, gerçek deneyler ve sanal deneyler olarak laboratuvar sürecinin yönetilmesi şeklinde olmuştur.

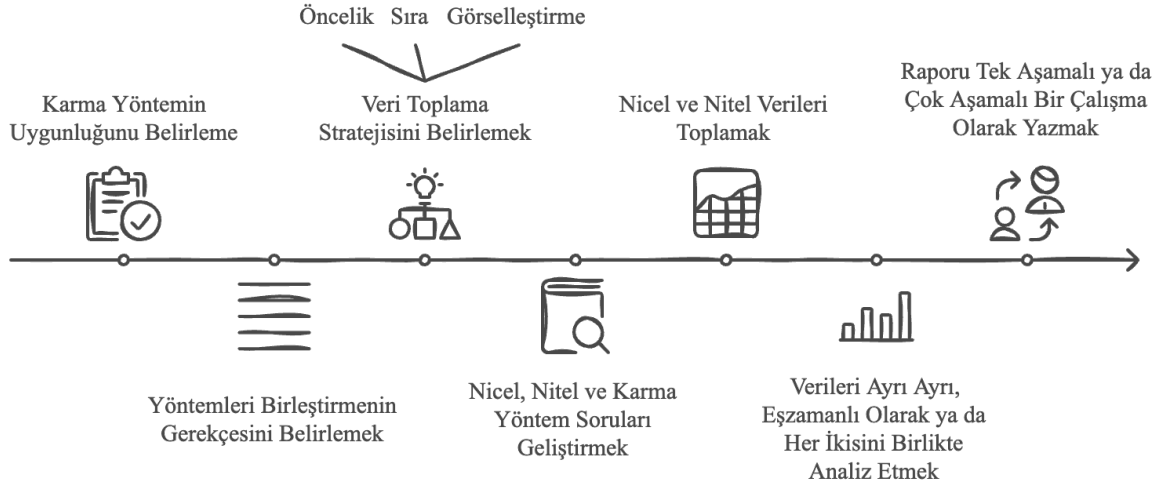
Hem nicel hem de nitel verilere sahip olduğumuz durumlarda ve bu iki veri türünün birleşimi, araştırma sorusunun her iki türü tek başına anlaşılamayacak kadar karmaşık olduğunda karma yöntem çalışması uygulanabilir (Creswell, 2012; Miles ve Huberman, 1994). Karma yöntem araştırması, nicel ve nitel verilerin avantajlarını birleştirme amacını güden başarılı bir tasarımı içermektedir (Cresswell, 2012). Katılımcıların gerçek düşüncelerini öğrenmek için açık uçlu görüşmeler gibi nitel veriler, çalışma konusu hakkında birçok farklı bakış açısı sunar. Örneğin, bir çalışmanın hem

sonuçlarını (yani nicel) hem de sürecini (yani nitel) değerlendirerek olgunun “karma” bir resmini geliştirebiliriz. Karma yöntemin araştırmalardaki etkileyici özellikleri şunlardır: (i) nitel ve nicel araştırmaların tek başına kullanıldığında ortaya çıkan zayıf yönleri telafi edebilme yeteneği, daha fazla kanıt sunabilme özelliği, (ii) yanıtı tek başına bulunamayan sorulara çözüm getirebilme kabiliyeti, (iii) araştırma sonuçlarını birleştirerek köprü görevi görebilme, çeşitli dünya görüşlerine yer verebilme yetisi, (iv) araştırmayı daha pratik bir şekilde çözüme ulaştırabilme özelliği hem sayıları hem de sözcükleri değerlendirmeyi sağlama gibi avantajları vardır (Creswell ve Plano Clark, 2011; Creswell, 2012).

Fraenkel ve ark. (2012), karma yöntem avantajlarını şu şekilde sıralamıştır:

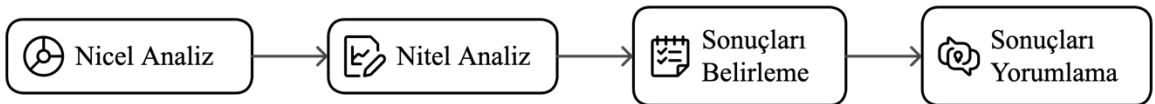
- i) Karma yöntem araştırması, değişkenler arasındaki ilişkileri açıklığa kavuşturabilir ve nedenlerini ortaya çıkarabilir.
- ii) Karma yöntem araştırması, değişkenler arasındaki ilişkileri derinlemesine incelememizi sağlar. Bu süreçte, nitel yöntemler ilgi alanındaki önemli değişkenleri belirlemek için kullanılabilir. Daha sonra bu değişkenler, çok sayıda kişiye uygulanabilecek bir ölçme aracı (örneğin, anket) ile nicelleştirilebilir ve diğer değişkenlerle ilişkilendirilebilir.
- iii) Karma yöntem araştırmaları, değişkenler arasında keşfedilen ilişkileri doğrulamaya veya çapraz geçerlilik sağlamaya yardımcı olabilir. Bu, nicel ve nitel yöntemlerin karşılaştırılarak bir olgunun tek bir yorumda birleşip birleşmediğini görmek için kullanılabilir. Eğer birleşme olmazsa bu uyumsuzluğun nedenleri araştırılabilir.

Nicel ve nitel yöntemler, belirli bir araştırma sorusunu ele almak için uygun herhangi bir şekilde birleştirilebilse de bazı karma yöntem tasarımları yeterince sık kullanıldığı için ayrıntılı olarak incelenir (Creswell, 2012; Fraenkel ve ark., 2012). Karma yöntem araştırmalarının tasarımını kullanan araştırmacılar, genellikle belirli adımları takip ederler. Ancak bu adımlar, belirli bir sıraya bağlı değildir; esnek bir yaklaşım sunarak her araştırma için rehberlik eder (Creswell ve Creswell, 2017). Karma yöntem araştırmasına yönelik adımlar Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Karma desen adımları (Creswell, 2012)

Creswell (2012) karma desen çeşitlerini şu şekilde belirtmiştir; *i*) yakınsayan paralel desen, *ii*) açılımlı sıralı desen, *iii*) keşfedici sıralı desen, *iv*) iç içe karma desen, *v*) dönüştürücü desen ve *vi*) çok aşamalı karma desen. Her biri, nitel ve nicel verilerin bir kombinasyonunu içerir. Açıklayıcı tasarımda, araştırmacı önce nicel bir yöntemle veri toplar ve ardından bu verileri daha ayrıntılı bir şekilde açıklığa kavuşturmak için nitel bir yöntem kullanır. Nicel ve nitel veriler ayrı ayrı analiz edilir, nitel sonuçlar ise nicel bulguları genişletmek için kullanılır. Bu çalışmada açılımlı karma desen kullanılmıştır ve şekil 3.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Açılımlı sıralı desen

Her metodolojide olduğu gibi, karma yöntemlerin hem güçlü hem de zayıf yönleri bulunmaktadır. Creswell ve Creswell (2017) ardışık-açıklayıcı karma yöntemin avantajlarını şu şekilde sıralamaktadır: (i) nitel ve nicel verilerin birleştirilerek daha kapsamlı bir resmin oluşturulması, (ii) verilerin temellendirilmiş ölçümlerle belirlenmesi ve (iii) iş birliği ve doğrulamanın sağlanması.



Şekil 3.3. Çalışmaya ilişkin karma araştırma modeli

3.1.1. Karma araştırma yönteminde çalışma grubunun belirlenmesi

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (Deney Grubu-I), Kırıkkale Üniversitesi (Deney Grubu-II) ve Aksaray Üniversitesi (Kontrol Grubu) eğitim fakültesi fen bilgisi eğitimi programında öğrenim görmekte olan 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarından, ölçüt örnekleme yöntemi ile iki Deney bir Kontrol Grubu olarak çalışmaya devam edilmiştir. Çalışma gruplarının seçiminde ayrıca, öğretmen adaylarının benzer sosyoekonomik düzeylere sahip olması göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma grubu, 2024-2025 eğitim öğretim yılı güz döneminde öğrenimine devam etmekte olan 68 öğretmen adayından oluşmaktadır. Geleneksel nicel araştırma tasarımlarına (korelasyonel, nedensel-karşılaştırmalı, deneysel) karşılık gelen örneklem büyüklükleri, Onwuegbuzie ve ark. (2007) tarafından yapılan istatistiksel güç analizinin sonucudur. Genel olarak nitel araştırmalarda örneklem boyutları; veri doygunluğuna, teorik doygunluğa veya bilgi tekrarı sağlanmasını zorlaştıracak kadar küçük olmamalıdır. Örneğin durum çalışmalarında 3-5 arası katılımcının bulunması yeterlidir (Creswell,2012). Aynı zamanda örneklem, derin ve vaka odaklı bir analiz yapılmasını zorlaştıracak kadar büyük olmamalıdır (Onwuegbuzie ve Collins, 2007; Sandelowski, 2010). Çalışma gruplarında yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarına ait demografik bilgiler tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri

	Grup	Cinsiyet	f	%	Toplam
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	Deney Grubu-I	Kadın	12	63.2	19
		Erkek	7	36.8	
Kırıkkale Üniversitesi	Deney Grubu-II	Kadın	19	79.2	24
		Erkek	5	20.8	
Aksaray Üniversitesi	Kontrol Grubu	Kadın	20	80.0	25
		Erkek	5	20.0	
Toplam					68

Tablo 3.1 incelendiğinde Deney Grubu-I de yer alan katılımcılar, 12’si kadın (%63.2) ve 7’si erkek (%36.8) olmak üzere 19 katılımcıdan oluşmaktadır. Deney Grubu-II de yer alan katılımcılar ise 19’u kadın (%79.2) ve 5’i erkek (%20.8) olmak üzere toplamda 24 katılımcıdan oluşmaktadır. Kontrol Grubu ise 20’si (%80) kadın ve 5’i (%20) erkek olmak üzere toplamda 25 katılımcıdan oluşmaktadır. Deney Grubu-I’e ait demografik bilgiler Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Deney Grubu-I'in E-Öğrenme Ortamı Tercih, Daha Önce Sanal Laboratuvara Yönelik Eğitimi Alıp Almaması ve Kişisel Bilgisayara Sahip Olup Olmama Değişkenine Göre Betimsel Analiz Sonuçları

		Daha Önce Sanal Laboratuvara Yönelik Eğitim Aldı mı?		Kişisel Bilgisayara Sahip Olup Olmama		Toplam
		Evet	Hayır	Evet	Hayır	
		E-Öğrenme Ortamı Tercih	Orta Düzeyde Kullanan	1	9	
	Kapsamlı bir şekilde kullanan	1	7	4	4	8
	Tercih yok	0	1	0	1	1
Toplam		2	17	10	9	19

Tablo 3.2 incelendiğinde katılımcıların 10'unun e-öğrenme ortamlarını yönelik orta düzeyde kullanan sınıf tercih ettiği, 8'inin kapsamlı düzeyde tercih bildirdiği; 1 katılımcının ise herhangi bir tercihte bulunmadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarına daha önce sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik bir eğitim alıp almadıkları sorulduğunda 2 katılımcının bu konuda daha önce eğitim aldığı, 17 katılımcının ise eğitim almadığı belirlenmiştir. Kişisel bilgisayara sahip olup olmadıkları incelendiğinde ise 10 katılımcının kişisel bilgisayara sahip olduğu, 9 katılımcının ise kişisel bilgisayara sahip olmadığı tespit edilmiştir. Deney Grubu-II'nin kişisel bilgilerine ait betimsel analizler Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3. Deney Grubu-II'nin E-Öğrenme Ortamı Tercih, Daha Önce Sanal Laboratuvara Yönelik Eğitimi Alıp Almaması ve Kişisel Bilgisayara Sahip Olup Olmama Değişkenine Göre Betimsel Analiz Sonuçları

			Daha Önce Sanal Laboratuvara Yönelik Eğitim Aldı mı?		Kişisel Bilgisayara Sahip Olup Olmama		Toplam
			Hayır	Evet	Hayır	Evet	
			E-Öğrenme Ortamı Tercih	Düşük Düzeyde Kullanan	5	3	
	Orta Düzeyde Kullanan	6	3	3	3	6	
	Kapsamlı bir şekilde kullanan	12	9	3	9	12	
	Tercih yok	1	1	0	1	1	
Toplam		24	16	8	16	24	

Tablo 3.3 incelendiğinde katılımcıların 5'inin düşük düzeyde e-öğrenme teknolojisi kullanan sınıf tercih ettiği, 6'sının e-öğrenme ortamlarına yönelik orta düzeyde e-öğrenme teknolojisi kullanan sınıf tercih ettiği, 12'sinin kapsamlı düzeyde kapsamlı düzeyde e-öğrenme teknolojisi tercih bildirdiği; 1 katılımcının ise herhangi bir tercihte bulunmadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarına daha önce sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik bir eğitim alıp almadıkları sorulduğunda 24 katılımcının daha önce sanal laboratuvarlara yönelik bir eğitim almadığı görülmektedir. Kişisel bilgisayara

sahip olup olmadıkları incelendiğinde ise 16 katılımcının kişisel bilgisayara sahip olduğu, 8 katılımcının ise kişisel bilgisayara sahip olmadığı görülmüştür. Kontrol Grubunun kişisel bilgilerine ait betimsel analizler Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4. Kontrol Grubunun E-Öğrenme Ortamı Tercihi, Daha Önce Sanal Laboratuvara Yönelik Eğitimi Alıp Almaması ve Kişisel Bilgisayara Sahip Olup Olmama Değişkenine Göre Betimsel Analiz Sonuçları

		Daha Önce Sanal Laboratuvara Yönelik Eğitim Aldı mı?		Kişisel Bilgisayara Sahip Olup Olmama		Toplam
		Evet	Hayır	Evet	Hayır	
		E-Öğrenme Ortamı Tercihi	Düşük Kullanan	0	1	
	Orta Düzeyde Kullanan	1	9	8	2	10
	Kapsamlı bir şekilde kullanan	4	7	7	4	11
	Tercih yok	1	2	2	1	2
Toplam		6	19	17	8	25

Tablo 3.4 incelendiğinde 1 katılımcının düşük düzeyde e-öğrenme teknolojisi kullanan sınıf tercih ettiği, 10 katılımcının e-öğrenme ortamlarına yönelik orta düzeyde e-öğrenme teknolojisi kullanan sınıf tercih ettiği, 11 katılımcının kapsamlı e-öğrenme teknolojisi düzeyde tercih bildirdiği; 2 katılımcının ise herhangi bir tercihte bulunmadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarına daha önce sanal laboratuvar uygulamalarına yönelik bir eğitim alıp almadıkları sorulduğunda 19 katılımcının daha önce sanal laboratuvarlara yönelik bir eğitim almadığı, 6 katılımcının ise daha önce eğitim aldığı görülmektedir. Kişisel bilgisayara sahip olup olmadıkları incelendiğinde ise 17 katılımcının kişisel bilgisayara sahip olduğu, 8 katılımcının ise kişisel bilgisayara sahip olmadığı görülmüştür.

3.1.1.1. Nicel araştırma yöntemi

Bu bölümde, çalışmanın yöntemsel çerçevesini oluşturan deneysel araştırma modeli ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Deney ve Kontrol Gruplarının belirlenme süreçleri, çalışmanın temel dayanakları arasında yer almakta ve bu grupların özellikleri detaylı olarak açıklanmaktadır. Ayrıca nicel veri toplama araçları kullanılarak elde edilen verilerin güvenilirliği ve geçerliliği üzerine yapılan çalışmalar detaylandırılmıştır.

3.1.1.2. Deneysel araştırma modeli

Deneysel araştırma deseni, araştırmacılar tarafından en etkili yöntemlerden biri olduğu için tercih edilmektedir (Creswell, 2012). Bu araştırma deseni, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini en etkili şekilde ortaya koyan bir yapıya sahiptir.

Araştırmacıların en az bir bağımsız değişkenin, bir ya da daha fazla bağımlı değişken üzerindeki etkilerini inceledikleri bu desende diğer araştırma desenlerinden ayrılan temel özellik, araştırmacıların bağımsız değişkene müdahale edebilme yeteneğidir (Fraenkel ve ark., 2012). Deneysel araştırmanın uygulanması için izlenmesi gereken birkaç adım bulunmaktadır. Bu adımlar şu şekildedir: *i)* Araştırma hedefleri belirlenir, *ii)* hipotezler oluşturulur, *iii)* araştırma deseni planlanır, *iv)* veri toplama araçları seçilir, *v)* hipotezlerin test edileceği uygun seviyeler belirlenir, *vi)* katılımcılar uygun gruplara atanır, *vii)* deneyler dikkatlice gerçekleştirilir ve *viii)* elde edilen veriler analiz edilir.

Araştırmada, yarı deneysel desen türlerinden biri olan ön test ve son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Bu deneysel desen modeli, neden-sonuç ilişkilerini belirlemeyi amaçlar ve araştırmacının doğrudan kontrolünde olduğu, gözlenmek istenen verilerin üretildiği bir araştırma modelidir. Her iki deney grubunda da ön test, uygulama sonrasında ön test ve mülakat ile veri toplanmıştır. Araştırmanın yürütüleceği Deney Grubu-I de hem doğrulayıcı deneyler hem de doğrulayıcı deneylere ek olarak teknoloji ile desteklenen laboratuvar ortamları kullanılmıştır. Deney Grubu-II de ise sanal deneyler ve ardından gerçek laboratuvar uygulamalarına devam edilmiştir. Kontrol Grubunda sadece teorik dersler yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan ön test son test kontrol gruplu deneysel desene ait bilgiler Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5. Çalışmada Kullanılan Ön Test Son Test Kontrol Gruplu Desen

Kontrol Grubu	O1	G	O2
Deney Grubu-I	O1	U1	O2
Deney Grubu-II	O1	U1	O2

O: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test ölçümleri (Bağımlı değişken)

U1: Teknoloji destekli laboratuvar uygulamaları

G: Kontrol grubu teorik ders

Bu çalışmada, teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarının kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda iki deney grubu kullanılmıştır. Araştırmacının yer aldığı Deney Grubu-I’de sırasıyla, teorik ders, gerçek deney ve sanal deneyler; Deney Grubu-II’de ise sırasıyla teorik ders, sanal deneyler ve gerçek deneyler; Kontrol Grubunda ise YÖK kur tanımı çerçevesinde fen laboratuvar uygulamaları dersleri işlenmiştir.

3.1.1.2.1. Deneysel çalışmalarda iç geçerlik ve dış geçerlik

Deneysel araştırmalarda iç geçerlik, elde edilen bulguların gerçekten uygulanan bağımsız değişkenin etkisinden kaynaklanıp kaynaklanmadığını ortaya koyar (Fraenkel

ve ark., 2012). Başka bir ifadeyle, sonuçların araştırma sürecinde kontrol altına alınamayan dışsal değişkenlerden etkilenip etkilenmediğini belirler. Dış geçerlik ise araştırma sonuçlarının farklı bireyler, ortamlarda veya koşullarda ne ölçüde genellenebileceğini ifade eder (Creswell, 2012). İç geçerlik nedensel ilişkinin doğruluğunu, dış geçerlik ise bu ilişkinin genellenebilirliğini temsil eder. Bu iki geçerlik türü, deneysel çalışmaların bilimsel güvenilirliği ve uygulama değerinin artırılmasında temel öneme sahiptir. Creswell (2012) ve Fraenkel ve ark. (2012), tarafında belirtilen iç geçerlik ve dış geçerliği tehdit eden faktörleri şu şekilde belirtmişlerdir: *İç geçerliğe yönelik tehditler*: Katılımcı seçimi, olgunlaşma, regresyon, seçim yöntemi, katılımcı kaybı, deneysel işlemin yayılması, deneysel işleme tepki, rekabet, ölçme durumları ve ölçme araçlarının etkileri olarak ifade edilir. Bu faktörler, bağımlı değişkendeki değişimin gerçekten bağımsız değişkenden kaynaklanıp kaynaklanmadığını tehdit eder. *Dış geçerliğe yönelik tehditler*: Seçim yöntemi ile deneysel uygulama arasındaki etkileşim, katılımcı geçmişi ile deneysel işlem arasındaki etkileşim ve laboratuvar ortamının yapaylığı gibi unsurlar, elde edilen sonuçların farklı bireyler, ortamlar veya durumlar için genellenebilirliğini sınırlandırabilir. Bu kapsamda iç de dış geçerliğe tehdit eden unsurlara yönelik alınan önlemler Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Geçerliğe Yönelik Tehditler ve Alınan Önlemler

Geçerlik	Tehdit Türü	Alınan Önlemler
İç geçerlik	Katılımcı seçimi	Deney ve Kontrol Grubundaki katılımcılar, İç Anadolu Bölgesi'nde, benzer sosyoekonomik düzey ve akademik başarıya sahip öğretmen adayları arasından seçilmiştir.
	Olgunlaşma	Katılımcıları uygulama sürecinde aynı şekilde olgunlaşmaları için aynı yaş gurubu ve benzer katılımcılardan oluşmuştur. Teknolojiye yönelik özyeterlikleri başlangıçta denktir.
	Regresyon	Katılımcıların seçiminde elde edilen ön test ve son testteki verilere göre uç değerler kaldırılmıştır. Bu şekilde uygulama sonuçlarındaki artış kontrol edilebilmiştir.
	Seçim yöntemi	Seçim yönteminde iç Anadolu Bölgesi'nde yer alan katılımcılar ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Dersi alttan alan, yani dersin ikinci kez alan öğretmen adaylarından elde edilen veriler deneysel sürece dahil edilmemiştir.
	Katılımcı kaybı	Katılımcıların ön test ve son testleri eşleştirilmiştir. Her iki ölçümde de bulunan katılımcıların verileri dikkate alınmıştır. Ayrıca dönem boyunca öğrencilerin devam zorunluğuna tabi olmalarında dolayı uygulama sürecine düzenli olarak katılmışlardır
	Deneysel işlemin yaygınlaşması	Deney Grubu-I, Deney Grubu-II ve Kontrol Grubu katılımcılarının farklı üniversitelerde olması, katılımcıların birbiri ile iletişim kurup uygulama sürecinin etkilenmesini önlemiştir.
Dış geçerlik	Deneysel işleme tepki	Gruplar birbirinden habersizdir. Bir grup diğerindeki uygulama sürecini bilmez. Bu da buldukları deney grubuna haksızlık yapıldığını diğer grubun daha avantajlı olduğu gibi yanılgılara düşmelerini ve tepkisel davranmalarını önlemiştir.
	Rekabet	Kontrol Grubundaki katılımcılar Kontrol Grubundaki katılımcılara kontrol grubu olduğu söylenmemiştir. Bu da kendilerini daha az değeli görmelerini engellemiştir.
	Ölçme durumları/süresi	Ön test ve son testler arasında 14 haftalık bir süre bulunmaktadır ve bu durum katılımcıların ön testlere verdikleri cevapları hatırlamaları riskini azaltmaktadır.
	Ölçme aracı	Ön test ve son testte kullanılan ölçme araçlarının maddeleri her iki ölçümde de bire bir aynıdır. Ölçme aracı değişikliği yapılmamıştır. Ayrıca iki farklı ölçek kullanıldığı için öğleden önce öğleden sonra iki farklı zaman diliminde ölçümler yapılarak katılımcıların her iki ölçme aracına dinlenmiş olarak gelmeleri sağlanmıştır.
Dış geçerlik	Seçim yöntemi ve deneysel işlem arasındaki etkileşim	Uygulama sürecinde deney ve kontrol grupları içinde yer alan katılımcılar özel bir duruma göre ayrılmamışlardır. Örneğin cinsiyet, yaş eleme yöntemlerine gidilmemiştir. Grupların doğal hali korunmuştur.
	Deney ortamı ve deneysel işlem arasında etkileşim	Deneyi birden fazla farklı üniversitede yürütmek, deneysel ortam ile uygulama arasındaki etkileşimi en aza indirir. Bu çerçevede bu etkileşimin en aza inmesi için farklı üniversitelerde, farklı ortamlarda araştırma süreci yürütülmüştür.
	Katılımcı geçmişi ve deneysel işlem arasındaki etkileşim	Katılımcıların geçmiş yaşantılarından etkilenmelerini en aza indirmek için kontrol grubu kullanılmıştır.

3.1.1.2.2. Deney ve Kontrol Gruplarını belirlenmesi

Araştırmada, iki deney grubu ve bir Kontrol Grubu yer almaktadır. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencileri Deney Grubu-I, Kırıkkale

Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencileri Deney Grubu-II ve Aksaray Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencileri ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Bu üç şehirdeki fen bilgisi öğretmenliği programlarındaki öğretmen adayları, İç Anadolu'da benzer demografik yapıya ve sosyoekonomik düzeye sahip öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Her üç grup da benzer kur tanımlarıyla derslerine devam etmektedir (Fraenkel ve ark., 2012). Bu da öğretmenlerin benzer bilgi düzeylerine sahip olduğunu göstermektedir. Çalışma gruplarının belirlenmesinde bu benzerlik göz önüne alınmıştır. Çalışma grupları, ölçüt örnekleme yöntemi kapsamında seçilmiştir. Ölçüt örnekleme, önceden belirlenmiş belirli ölçütlerin karşılanmasını içermektedir. Ölçütler araştırmacı tarafında da oluşturulabilir ya da literatürden belirlenen ölçütler de kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu Fizik 1 dersini almış, 1 ve 2. sınıfını tamamlamış ve Fen Öğretimi 1 dersini almaya başlamış öğretmen adayları ölçüt olarak belirlenmiştir.

3.1.2. Veri toplama araçları

Bu bölümde, araştırma kapsamında verilerin elde edilme sürecinde kullanılan teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeği, kuvvet ve hareket kavram yanılgılarını tespit etmeye yönelik kavram yanılgısı testi, yarı yapılandırılmış görüşme soruları ve araştırmacı gözlem notları hakkında bilgiler sunulmuştur. Kullanılan ölçme araçları araştırma sürecinde geliştirilmiş ve geliştirme sürecine ait aşamalar detaylı olarak açıklanmıştır. Birçok yazar ölçek geliştirme sürecindeki adımları ana hatlarıyla belirtmiştir (örneğin, DeVellis ve Thorpe, 2021; Bandalos, 2018). Bu bölümde açıklanan süreç, ilgili kaynaklardan yararlanılarak oluşturulmuştur. Kısaca bu adımlar şunlardır: *i)* alanın tanımlanması ve belirlenmesi, *ii)* ölçme aracı olup olmadığının belirlenmesi, *iii)* madde havuzunun oluşturulması, *iv)* ölçüm formatının belirlenmesi, *v)* başlangıç madde havuzunun uzmanlar tarafından incelenmesi, *vi)* görüşmelerin yapılması, *vii)* geçerlik maddelerinin dahil edilmesi, *viii)* maddelerin geliştirme örneğine uygulanması, *ix)* maddelerin değerlendirilmesi. Literatürde belirtilen bu aşamalar takip edilmiş ve geçerlik-güvenirlilik değerlerinin etkilenmesi dikkate alınarak çalışmada uygulanmıştır.

3.1.2.1. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeği

Ölçek, "Teknoloji ile Fen Öğretimi Çıktı Beklentisi" ve "Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği" olmak üzere iki alt faktörden oluşmaktadır. Bu faktörlere ilişkin maddeler, ilgili literatür taranarak titizlikle oluşturulmuştur. Geliştirilen ölçeğin temelini,

Enochs ve Riggs (1990) tarafından ortaya konulan "*Further Development of an Elementary Science Teaching Efficacy Belief Instrument: A Preservice Elementary Scale*" adlı çalışma oluşturmaktadır. Geliştirme sürecindeki ölçeğin faktörleri, Enochs ve Riggs'un (1990) çalışmasında olduğu gibi, çıktı beklentisi ve genel özyeterlik olarak yer almaktadır.

Ölçek geliştirme süreci, ilgili literatür taramasıyla çeşitli kaynaklardan elde edilen maddeleri içermektedir (Acar, 2021; Enochs ve Riggs, 1990; Gressieg, 2023; Haverly ve Davis, 2024; Hsu ve ark., 2021; Menon ve ark., 2020; Ngah ve ark., 2022; Shertzer, 2023; Truḡaa ve ark., 2023; Wilkins, 2023). Bu kaynaklardan elde edilen bilgiler, öğretmen adaylarının teknoloji özyeterliklerine odaklanan likert ölçme araçlarından ve görüşme sorularından oluşmaktadır.

Uzman dil bilimci kontrolü: Bu aşamada uzman bir Türkçe öğretmeninden teknoloji ile fen öğretimi yeterlik maddelerin kültürel olarak doğru ifade edildiği (Polit ve Beck, 2006); anlam bütünlüğü, noktalama işaretleri, imla kuralları ve okunabilirlik gibi çeşitli kontroller içermektedir. Bu aşamada araştırmacı uzman dil bilimci ile bire bir çalışmış, kelime ve gramer düzeltmelerinin ölçülmek istenen davranıştan ayrılmadan düzenlemelerin yapılması sağlanmıştır.

Uzman görüşleri: Uzman dil bilimciden sonra son hali ile maddeler, alana uygunluğunun incelenmesi (DeVellis ve Thorpe, 2021) için alanında uzman olan üç uzmana gönderilmiştir. Uzmanların değerlendirmesi için her bir maddenin karşına, "Uygun, Uygun Değil, Geliştirilmesi Gerekli ve Açıklama" olarak şekilde, maddelerin uygunluğuna karar vermeleri için açıklama alanları oluşturulmuştur. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğine yönelik örnek uzman görüşü formu Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.7. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğine Yönelik Örnek Uzman Görüşü Maddesi

	Uygun	Uygun Değil	Geliştirilmeli	Açıklama
Teknoloji ile Fen Öğretimi Çıktı Beklentisi				
Eğer bir öğrenci fen dersinde her zamankinden daha iyi ise bunun nedeni çoğunlukla öğretmenin derse teknolojiyi dahil etmesidir.				

Uzmanlardan gelen dönütlere göre maddeler revize edilmiştir. Maddeler arasında öğretmen adaylarının seviyesine uymayan ya da bağlamdan farklı maddelere göre uzmanlar dönütlerde bulunmuşlardır. Uzman görüşlerinde gelen dönütlerin örnek bir

maddesi aşağıdaki tabloda verilmiştir. Uzman görüşü sonrasında elde edilen sonuçlar Tablo 3.8’te verilmiştir.

Tablo 3.8. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğine Ait Uzman Görüşü Dönütleri

Uzman Dönütü	Uygun	Uygun Değil	Geliştirilmeli	Açıklama
Fen derslerine teknolojileri dahil ederek öğrencilere geri bildirim sağlama konusunda kendime güveniyorum.			X	Gerçek bildirim yalnızca projelerde mi veriliyor? Teknolojinin rolü yalnızca projelere dahil olmak mı yoksa gerçek bildirim vermede de kullanılıyor mu?
Öğrenciler, teknolojiyle desteklenen fen derslerinde daha fazla etkileşimde bulunma fırsatına sahip olurlar			X	Ne ile etkileşimde bulunma?
Teknoloji destekli fen öğretimi, öğrencilerin fen ile ilgili kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olur.			X	Daha iyi ifadesi göreceli, ölçek geliştirirken daha net ifadeler tercih edilebilir.
Teknolojiyi kullanarak öğrencilerin fen derslerine katılmalarını motive edebilirim.		X		

Tablo 3.7’de, Uzmanlardan gelen dönütlerden sonra gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Kelime ve cümle değişiklikleri olan maddeler not edilmiştir. Uygun olmayan maddeler çıkartılmıştır. Ardından, uzman görüşlerine başvurularak teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi için 24 ve teknoloji ile fen öğretimi özyeterliliği için 34 olmak üzere toplamda 58 madde olarak ölçek son haline getirilmiştir. Uzman dönütleri için tutarlık hesaplanmıştır ve uyumun 0.88 olduğu görülmüştür. Bu durum tutarlık için uyumlu olduğunu göstermektedir (Miles ve Huberman (1994)). Uzman dönütlerinden hareketle araştırmacı tarafından revize edilen maddelerden sonra, üzerinden değişiklik yapılmış maddeler tekrardan uzman dil bilimci ile kontrol edilmiş ve dil bilimciden gelen dönütler sonrasında Teknoloji ile Fen Öğretimine Yeterlik Ölçeği öğrencilerde sesli düşünme stratejisinin yürütmek üzere görüşmelere geçilmiştir.

Sesli Düşünme (think aloud): Ölçek son haline getirildikten sonra, 3 ve 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile görüşmeler yapılmıştır. Ölçek, fen öğretimi bağlamında geliştirildiği için eğitim derslerini ve fen öğretimi derslerini almış öğretmen adayları ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Her bir sınıf düzeyinden iki öğretmen adayı ile görüşme yapılmıştır. Ölçek maddeleri, öğretmen adayına çıktı olarak verilmiş ve kendisini rahat hissedeceği bir ortamda görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada öğretmen

adaylarından, maddeleri tek tek istedikleri hızda okuyarak madden ne anladıklarını anlatmaları istenmiştir. Bu aşama maddelerin ölçülmek istenen davranışın öğretmen adayları tarafından doğru anlaşılıp anlaşılmadığını ölçer (Bowles, 2010). Öğretmen adayları maddeleri okurken araştırmacı da eş zamanlı olarak maddelerin yanına notlar almıştır. Alınan notların gerekçesi katılımcıya izah edilmiştir. Maddelere gelen dönütlere göre, i) anlamadım, ii) açık değil, iii) yanlış anladım ya da iv) çok uzun biraz düşünmem lazım gibi dönütler geldiği görülmüştür. Gelen dönütlere göre maddeler işaretlenmiş ve üzerinde gerekli revizyonlar yapılmıştır.

Pilot Çalışmaların Yapılması: Pilot çalışma verileri, fen bilgisi ve sınıf öğretmenliğinde öğrenim gören 3 ve 4. sınıf öğretmen adaylarından toplanmıştır. Sınıf öğretim programı YÖK (2018) kur tanımına göre sınıf öğretmen adayları V. yarıyılıda Fen Öğretimi dersi almaktadırlar. Fen Öğretiminin içeriği, fen ve fen eğitime dair temel kavramları özetler. İçeriğinde; fen, teknoloji, bilimsel bilgi ve yöntemler, fen ve teknoloji okuryazarlığı, fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkileri, fen öğretiminin amaçları ve tarihsel gelişimi, yapılandırmacı yaklaşım, bilişsel gelişim, ilköğretim fen programının özellikleri ve diğer derslerle ilişkisi, bilimsel süreç becerilerini geliştirme ve örnek uygulamalar bulunur (YÖK, 2018). Bu kapsamda pilot çalışma verileri, çevrimiçi ve yüz yüze olacak şekilde toplanmıştır. Pilot çalışmaların yapılması, ölçek maddelerin çalışıp çalışmadığının test edilmesi için kullanılan bir stratejidir (Bandalos, 2018). Elde edilen pilot çalışma verilerinin raporlaştırma sürecinde geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır (DeVellis ve Thorpe, 2021). Bu aşamada faktör analizi uygunluğunun belirlenmesi için ölçeğin Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett testi, madde yüklerinin belirlenmesi ve çalışmayan/çalışan maddelerin ayrımı için faktör analizi ve veri model uyumunun belirlenmesi için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla aşağıda verilmiştir. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğine Ölçeği KMO ve Barlett testine yönelik bulgular Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.9. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğine Ait KMO ve Barlett Testine Yönelik Bulgular

Örneklem büyüklüğü		358
KMO		0.963
Açıkladığı varyans		63.778
Bartlett's Test of Sphericity	Yaklaşık Ki-Kare Değeri	9459.095
	SD	435
	p	0.000

Tablo 3.8 incelendiğinde öğretmenlik teknoloji ile fen öğretimi teknoloji ile Fen öğretimi yeterlik inancı KMO testi analiz sonuçlarının 0.956 ve Barlett Testi analiz

sonuçlarının anlamlı sonuç verdiği ($p<0.05$) görülmektedir. Bartlett Testi analiz sonuçlarının anlamlı çıkması, evrendeki dağılımın normal ve verilerin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir (Pallant, 2016; Field, 2009). Teknoloji ile fen Öğretimi yeterlik Ölçeğinin madde özdeğer istatistiğine bağlı faktör sayısı ve açıklanan varyans yüzdesi analiz sonuçları Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.10. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğinin Madde Özdeğer İstatistiğine Bağlı Faktör Sayısı ve Açıklanan Varyans Yüzdesi Analiz Sonuçları

Ölçek Maddeleri	Başlangıç Öz Değerleri			Kareler Toplamı Ekstraksiyonu			Kareler Toplamı Rotasyonu
	Toplam	Varyans Yüzdesi	Toplanmış Yüzde	Toplam	Varyans Yüzdesi	Toplanmış Yüzde	Toplam
1	14.733	49.110	49.110	14.733	49.110	49.110	12.814
2	4.400	14.667	63.778	4.400	14.667	63.778	11.563
3	0.896	2.988	66.765				
4	0.846	2.821	69.586				
5	0.741	2.468	72.054				
6	0.626	2.087	74.142				
7	0.612	2.039	76.181				
8	0.603	2.010	78.191				
9	0.518	1.727	79.918				
10	0.469	1.562	81.480				
11	0.437	1.456	82.936				
12	0.414	1.379	84.315				
13	0.397	1.324	85.639				
14	0.378	1.261	86.899				

Tablo 4.10'nun Devamı...

Ölçek Maddeleri	Başlangıç Öz Değerleri			Kareler Toplamı Ekstraksiyonu			Kareler Toplamı Rotasyonu
	Toplam	Varyans Yüzdesi	Toplanmış Yüzde	Toplam	Varyans Yüzdesi	Toplanmış Yüzde	Toplam
15	0.363	1.211	88.110				
16	0.344	1.146	89.256				
17	0.323	1.077	90.333				
18	0.308	1.028	91.362				
19	0.302	1.006	92.367				
20	0.288	0.960	93.327				
21	0.266	0.886	94.213				
22	0.240	0.801	95.013				
23	0.232	0.773	95.786				
24	0.209	0.697	96.483				
25	0.208	0.693	97.176				
26	0.200	0.666	97.842				
27	0.195	0.650	98.492				
28	0.185	0.616	99.109				
29	0.151	0.505	99.614				
30	0.116	0.386	100.000				

Tabloda 3.10'da yer alan toplam varyans değerleri incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğindeki 30 maddenin, öz değeri 1'den büyük olan iki faktör altında toplandığı görülmektedir. Bir ölçeği oluşturan maddelerin toplam varyansları arasında başlangıç öz değerlerinin 1'den büyük olması gereklidir (Karagöz, 2021). 1'den küçük olan faktörler, analizden çıkarılır. Buna göre, teknoloji ile fen Öğretimi yeterlik Ölçeği toplam varyansın %49.110'luk kısmı teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği tarafından ve %63.778'lik kısmı ise teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi faktörü tarafından açıklanmaktadır. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçek maddelerinin temel bileşenler analiz sonuçları Tablo 3.11'da verilmiştir.

Tablo 3.11. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğine Ait Maddelerin Temel Bileşenler Analiz Sonuçları

Faktör	Ölçek Maddeleri	Madde Yükleri
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliliği	M13	0.902
	M17	0.894
	M20	0.889
	M24	0.851
	M21	0.842
	M22	0.841
	M18	0.831
	M14	0.830
	M25	0.821
	M23	0.817
	M19	0.811
	M15	0.783
	M12	0.719
	M27	0.703
	M26	0.623
M11	0.519	
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	M23	0.850
	M11	0.823
	M13	0.817
	M9	0.810
	M19	0.797
	M17	0.794
	M22	0.792
	M15	0.785
	M20	0.766
	M10	0.757
	M18	0.755
	M24	0.754
	M12	0.749
	M16	0.570

Tablo 3.10 incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçek maddelerinin faktör yük değerlerinin 0.30'un üzerinde olduğu görülmüş ve 0.30'un altında yer alan maddeler ise ölçekten çıkartılmıştır. Ölçme aracının, teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi özyeterliliği faktörleri olmak üzere iki faktör altında toplandığı görülmektedir. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğini cevaplayanların toplam puan sıralamasına göre %27'lik alt grup ve %27'lik üst gruplarının madde ortalamaları için t-testi analiz sonuçları Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.12. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeğini Cevaplayanların Toplam Puan Sıralamasına Göre %27'lik Alt Grup ve %27'lik Üst Gruplarının Madde Ortalamaları İçin t-Testi Analiz Sonuçları

Boyut	Madde	Grup	n	\bar{x}	Ss	df	t	p
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	M9	Alt Grup	97	5.245	1.378	193	-7.346	0.000**
		Üst Grup	97	6.412	0.747			
	M10	Alt Grup	97	5.378	1.425	193	-7.324	0.000**
		Üst Grup	97	6.526	0.597			
	M11	Alt Grup	97	5.143	1.464	193	-4.902	0.000**
		Üst Grup	97	6.103	1.262			
	M12	Alt Grup	97	4.725	1.420	193	-3.965	0.000**
		Üst Grup	97	5.577	1.580			
	M13	Alt Grup	97	5.083	1.403	193	-5.154	0.000**
		Üst Grup	97	6.033	1.156			
	M15	Alt Grup	97	5.020	1.450	193	-5.216	0.000**
		Üst Grup	97	5.990	1.123			
	M16	Alt Grup	97	4.551	1.309	193	-8.314	0.000**
		Üst Grup	97	5.938	0.998			
	M17	Alt Grup	97	5.031	1.312	193	-6.555	0.000**
		Üst Grup	97	6.093	0.914			
	M18	Alt Grup	97	4.980	1.252	193	-4.593	0.000**
		Üst Grup	97	5.804	1.255			
	M19	Alt Grup	97	5.271	1.206	193	-5.191	0.000**
		Üst Grup	97	6.103	1.026			
	M20	Alt Grup	97	4.501	1.474	193	-4.751	0.000**
		Üst Grup	97	5.485	1.415			
	M22	Alt Grup	97	5.163	1.360	193	-4.873	0.000**
		Üst Grup	97	6.031	1.113			
M23	Alt Grup	97	5.031	1.320	193	-5.271	0.000**	
	Üst Grup	97	5.979	1.190				
M24	Alt Grup	97	4.827	1.276	193	-6.011	0.000**	
	Üst Grup	97	5.866	1.133				

Tablo 3.12'in devamı...

Boyut	Madde	Grup	n	\bar{x}	Ss	df	t	p
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliliği	M11	Alt Grup	97	4.694	1.143	193	-8.728	0.000**
		Üst Grup	97	6.083	1.077			
	M12	Alt Grup	97	4.306	0.968	193	-21.392	0.000**
		Üst Grup	97	6.650	0.480			
	M13	Alt Grup	97	4.214	1.246	193	-12.147	0.000**
		Üst Grup	97	6.103	0.895			
	M14	Alt Grup	97	4.561	1.309	193	-11.112	0.000**
		Üst Grup	97	6.309	0.834			
	M15	Alt Grup	97	4.755	1.227	193	-10.856	0.000**
		Üst Grup	97	6.309	0.698			
	M17	Alt Grup	97	4.684	1.257	193	-12.415	0.000**
		Üst Grup	97	6.454	0.629			
	M18	Alt Grup	97	4.347	1.185	193	-13.618	0.000**
		Üst Grup	97	6.268	0.729			
	M19	Alt Grup	97	4.653	1.261	193	-10.089	0.000**
		Üst Grup	97	6.208	0.849			
	M20	Alt Grup	97	4.480	1.302	193	-12.390	0.000**
		Üst Grup	97	6.351	0.722			
	M21	Alt Grup	97	4.276	1.330	193	-13.169	0.000**
		Üst Grup	97	6.361	0.819			
	M22	Alt Grup	97	4.469	1.416	193	-10.686	0.000**
		Üst Grup	97	6.247	0.830			
	M23	Alt Grup	97	4.388	1.412	193	-10.973	0.000**
		Üst Grup	97	6.227	0.860			
	M24	Alt Grup	97	4.240	1.431	193	-12.876	0.000**
		Üst Grup	97	6.330	0.718			
	M25	Alt Grup	97	4.296	1.262	193	-11.763	0.000**
		Üst Grup	97	6.117	0.861			
M26	Alt Grup	97	4.622	1.389	193	-9.279	0.000**	
	Üst Grup	97	6.191	0.923				
M27	Alt Grup	97	4.858	1.306	193	-9.854	0.000**	
	Üst Grup	97	6.375	0.774				

n = 358, n1 = n2 = 97,

** p < .01 için anlamlı değerler.

* p < .05 için anlamlı değerler.

Tablo 3.12 incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğini oluşturan tüm maddelerin, düşük ortalamaya sahip öğretmen adayları ile yüksek ortalamaya sahip öğretmen adaylarını ayırt etmede etkili olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeği madde yükleri ile madde-toplam korelasyonu Tablo 3.12'de verilmiştir.

Tablo 3.13. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeği Madde Yükleri ile Madde-Toplam Korelasyonu

Faktör	Ölçek Maddeleri	t	Madde Toplam Korelasyonu
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	M11	-8.728	0.635**
	M12	-21.392	0.738**
	M13	-12.147	0.667**
	M14	-11.112	0.716**
	M15	-10.856	0.729**
	M17	-12.415	0.689**
	M18	-13.618	0.667**
	M19	-10.089	0.676**
	M20	-12.390	0.748**
	M21	-13.169	0.710**
	M22	-10.686	0.765**
	M23	-10.973	0.727**
	M24	-12.876	0.725**
	M25	-11.763	0.700**
M26	-9.279	0.634**	
M27	-9.854	0.697**	
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	M9	-7.346	0.669**
	M10	-7.324	0.674**
	M11	-4.902	0.647**
	M12	-3.965	0.584**
	M13	-5.154	0.656**
	M15	-5.216	0.673**
	M16	-8.314	0.638**
	M17	-6.555	0.658**
	M18	-4.593	0.598**
	M19	-5.191	0.653**
	M20	-4.751	0.589**
	M22	-4.873	0.627**
	M23	-5.271	0.624**
	M24	-6.011	0.630**

** p < 0.01 için anlamlı değerler.

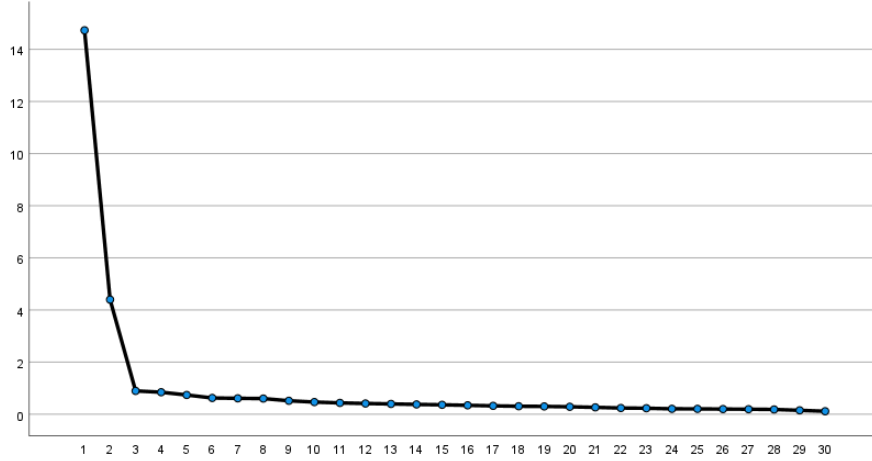
Tablo 3.12’de teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğini oluşturan maddelerin madde-toplam korelasyonları incelendiğinde ölçeği oluşturan maddelerin tümü için madde-toplam korelasyonlarının 0.738 ve 0.584 arasında değiştiği ve t değerlerinin anlamlı ($p < 0.05$) olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre ölçme aracındaki maddelerin, ölçülmek istenen davranışı ölçtüğü yorumu yapılabilir (Kalaycı, 2010). Ölçek faktörlerine ve geneline ait Cronbach Alpha değeri Tablo 3.13’te verilmiştir.

Tablo 3.14. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeği ve Alt Faktörlerine Yönelik Cronbach Alpha Değeri

Boyut	Madde Sayısı	Cronbach Alpha
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	14	0.950
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	16	0.964
Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik	30	0.963

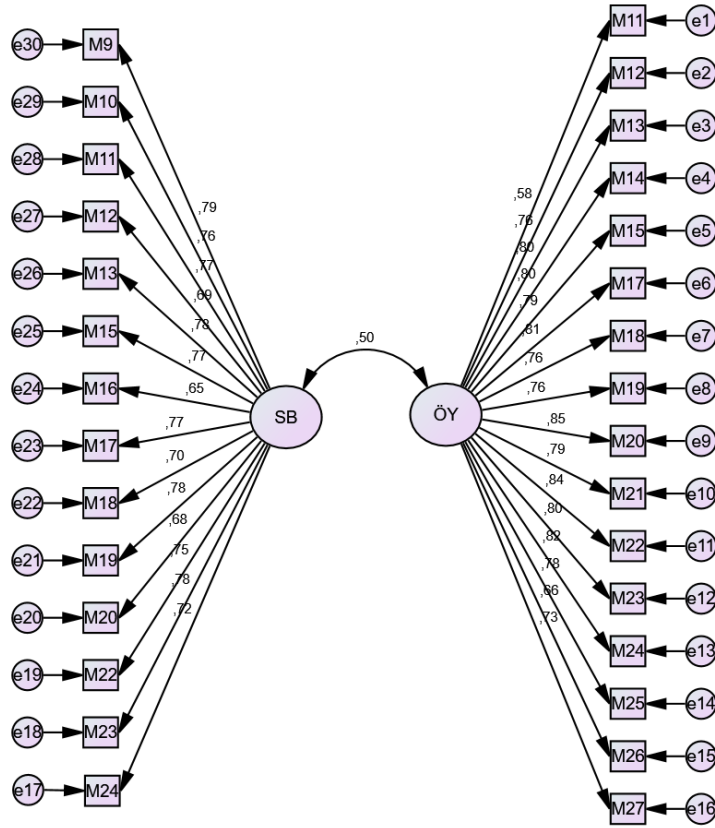
Tablo 3.13’te faktörlere ilişkin Cronbach Alpha katsayıları; teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi için 0.950, teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği için ise 0.964 olarak belirlenmiştir. Ölçeğin genel Cronbach Alpha değeri ise 0.963 olarak

hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlerin $0.60 < \alpha < 1$ aralığında bulunması hem ölçeğin geneli hem de alt faktörler açısından yüksek güvenilirliğe işaret etmektedir (Kalaycı, 2010; Tabachnick ve Fidell, 2013). Teknoloji ile Fen Öğretimine Yönelik Yeterlik Ölçeğine ilişkin plot analizi sonucu Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğine ilişkin plot analizi sonucu

Scree Plot analizine göre eğrinin dirsek noktasının bulunduğu 2. bileşen, ölçeğin iki faktörlü bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Teknoloji ile Fen Öğretimine Yönelik Yeterlik Ölçeğine ilişkin faktör analizi sonuçlarına ilişkin yapısal eşitlik modeline ilişkin bulgular Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğine ilişkin faktör analizi sonuçlarına ilişkin yapısal eşitlik modeli

Doğrulayıcı faktör analiz sonuçlarına göre ölçek modelinde gözlenen değerler ve veri uyum ölçütlerine ilişkin uyum durumlarına ilişkin bulgular Tablo 3.14'te verilmiştir.

Tablo 3.15. Doğrulayıcı Faktör Analiz Sonuçlarına Göre Ölçek Modelinde Gözlenen Değerler ve Veri Uyum Ölçütlerine İlişkin Uyum Durumları

Uyum İndeksi	Mükemmel Uyum	Kabul Edilebilir Sınır	TFÖY Fit Değerleri
χ^2	$0 \leq \chi^2 \leq 3df$	$3df < \chi^2 \leq 5df$	1040.834
p	$0.05 \leq p \leq 1.00$	$0.01 \leq p \leq 0.05$	0.000
χ^2/df	$0 \leq \chi^2/df \leq 3$	$3 < \chi^2/df \leq 5$	2.658
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0.05$	$0.05 \leq RMSEA \leq 0.08$	0.068
RMR	$0 \leq RMR \leq 0.05$	$0.05 \leq RMR \leq 0.10$	0.072
NFI	$0.95 \leq NFI \leq 1$	$0.90 \leq NFI \leq 0.95$	0.918
CFI	$0.97 \leq CFI \leq 1$	$0.95 \leq CFI \leq 0.97$	0.955
GFI	$0.95 \leq GFI \leq 1$	$0.90 \leq GFI \leq 0.95$	0.911
AGFI	$0.90 \leq AGFI \leq 1$	$0.85 \leq AGFI \leq 0.90$	0.851
IFI	$0.90 \leq IFI \leq 0.95$	$0.90 \leq IFI \leq 0.95$	0.955

Tablo 3.14'te teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeğinin doğrulayıcı faktör analizi incelendiğinde χ^2/SD değerinin 2.658; RMSEA değerinin 0.068; RMR değerinin 0.072; NFI değerinin .918; CFI değerinin .955; GFI değerinin .911; AGFI değerinin 0.851 ve IFI değerinin 0.955 olduğu görülmektedir. Bu model-veri uyumuna ilişkin literatür (Karagöz, 2021; Jöreskog ve Sorbom, 1993; Seçer, 2013) incelendiğinde ölçek modelinde

gözlenen değerlerin kabul edilebilir sınırlar ve mükemmel uyum değerleri arasında olduğu görülmektedir.

3.1.2.2. Kuvvet ve hareket konusunda dört aşamalı kavram yanlışlığı testi

Tanı testleri ilk olarak Treagust (1986) tarafından, iki aşamalı tanı testlerinin birinci aşamasının çoktan seçmeli test, ikinci aşamasının ise neden sorusundan oluştuğunu belirtmiştir. Sonraki çalışmalarda, iki aşamalı testler yerini üç aşamalı testlere bırakmıştır. Üç aşamalı testler, çoktan seçmeli test, neden sorusu ve öğrencilerin cevaplarına olan güven düzeylerini içermektedir. Kaltakci ve Didis (2007) ile Taban ve Kıray (2022), iki aşamalı testlerin bilgi eksikliği ile kavram yanlışlığını ayırt edemediğini belirtmiş ve Treagust (1986) tarafından tanımlanan testlere üçüncü aşamayı ekleyerek üç aşamalı tanı testleri geliştirmişlerdir. Üç aşamalı testlerin, öğrencilerin bilgi eksikliklerini kavram yanlışlarından ayırmada daha geçerli ve güvenilir olduğu düşünülmektedir. Ancak bu testlerdeki birinci ve ikinci aşamalara yönelik gizli puanlama, bazı sınırlamalar yaratmaktadır. Dört aşamalı tanı testleri, üç aşamalı teste bir güven katmanı eklenerek oluşturulmuştur (Caleon ve Subramaniam, 2010). Dört aşamalı bir testte, bir öğrenci birinci aşamada doğru cevap verip cevabından emin olduğunu belirttikten sonra üçüncü aşamada düşünce sorusuna doğru cevap verip bu cevabından emin değilse araştırmacının kararı "bilgi eksikliği" olacaktır. Aynı öğrenci, paralel üç aşamalı testte aynı aşamalardan birinde emin olmadığından "emin" veya "emin değil"i seçebilir. Bu nedenle dört aşamalı kavram yanlışlığı testinin geliştirilmesi planlanmıştır. Bu ölçek, öğrencilerin kuvvet ve hareket ile ilgili temel kavramları ne kadar doğru anladıklarını belirlemeyi hedeflemektedir. Ölçeğin geliştirilme süreci, dikkatli bir literatür taraması ve alanında uzmanın görüşlerinin değerlendirilmesiyle başlamış ve ardından öğrencilerin kavramsal anlayışını ölçmek için uygun ve güvenilir maddelerin oluşturulmasıyla devam etmiştir.

3.1.2.2.1. Birinci aşama geliştirme süreci

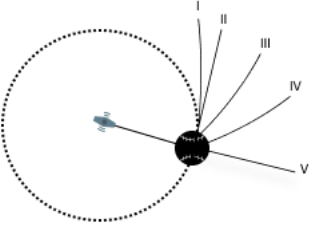
Başlangıçta kuvvet ve hareket kavram yanlışlarına yönelik 30 madde oluşturulmuştur. Seviye, benzerlik bakımından benzer olan maddeler alan uzmanı akademisyen değerlendirmesi sonrasında elenmiştir ve görüşme formatına getirilmiştir. Her bir madde nitel görüşme formatına uygun şekilde hazırlanmıştır. Çünkü görüşmeler derinlemesine veri toplar ve kavram yanlışlıklarını daha derinden ölçme imkânı sunar (Gürel ve ark., 2015). Görüşme sorularından gelen öğrenci cevapları ise kavram yanlışlığı testinin 1. aşamasını oluşturmuştur. Bu çerçevede Fizik 1 dersini almış öğretmen adayları

ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler, gönüllülük esasına dayanmaktadır. 20 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yürütülmüştür. 20 öğretmen adayına hem görseller gösterilmiş, sorular okunmuş ve okunan soruları kendilerinin de takip etmesi amacıyla araştırmacının kullandığı doküman verilmiştir. Öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını belirlemek için yapılan görüşmeler sonrasında verilerden içerik analizi yolu ile en çok tekrar edilen kavram yanlışları tespit edilmiştir (Taban ve Kıray, 2022). Bir doğru cevap belirlenmiş ve dört çeldirici ise öğretmen adaylarından gelen cevaplarla belirlenerek 5 şıklı bir format hazırlanmıştır. 20 öğrenci görüşmesinde, 13-14 öğrenci sonrasında kavram yanlışlarının tekrar ettiği görülmüştür. Görüşmelerden gelen dönütlere göre içerik analizi yapılmış ve testin birinci aşaması için en sık tekrar eden kavram yanlışları, birinci aşamanın çeldiricileri olarak eklenmiştir.

Uzman dil bilimci kontrolü: Test uzman dil bilimci ile kelime uygunluğu, imla kuralları, noktalama işaretleri gibi dil düzenlemeleri araştırmacı ve dil bilim uzmanı ile birlikte çalışılarak son haline getirilmiştir (Polit ve Beck, 2006). Anlam karmaşası olmaması ve torik kelimelerin soru içinde yerleştirilmesi gibi detaylar güncellenmiştir.

Uzman görüşlerinin alınması: Uzman görüşleri öncesi, ölçeğin tek aşamalı hali uzman görüşlerine gönderilmek üzere hazır hale getirilmiştir. Uzman görüşleri ayrıca geçerlik için kullanılan bir stratejidir (Bandalos, 2018; Taban ve Kıray, 2022). Uzman görüşü formatı için örnek madde aşağıda verilmiştir. Kavram yanlışları testi uzman görüşü örnek maddesi Tablo 3.15'te verilmiştir.

Tablo 3.16. Kavram Yanılgısı Testi Uzman Görüşü Örnek Maddesi

Uzman Dönütü	Uygun	Uygun Değil	Geliştirilmeli	Açıklama
 <p data-bbox="655 481 1185 667">Ağır bir top bir ipe bağlıdır ve şekilde gösterildiği gibi yatay düzlemde, dairesel bir yörüngede sallanmaktadır. Şekilde belirtilen noktada ip aniden topun olduğu yerden kopar. Bu olaylar yukarıdan gözlemlenseydi, ip koptuktan sonra topun izlediği yol hangisi gibi olurdu?</p> <p data-bbox="284 728 316 878">I II III IV V</p> <p data-bbox="284 913 842 943">Verdiğiniz cevabın gerekçesini açıklayarak yazınız.</p> <p data-bbox="284 952 1173 1001">.....</p>	uygun			

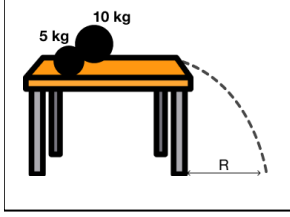
Uzmanlardan gelen dönütlere göre maddeler revize edilmiştir. Uzmanların dönütleri incelenmiştir ve uyumun 0.85 olduğu ve bu uyum değerinin yeterli olduğu görülmektedir (Miles ve Huberman (1994). Benzer maddeler ya da konu ile bağdaşmayan maddeler ölçek havuzundan çıkartılmıştır. Ayrıca uzmanlardan gelen dönütlere göre 5 seçenekli birinci aşamanın 3 seçeneğe düşürülmesi önerisi üzerine literatürdeki benzer testlere taranarak ilk aşama soruları 3 seçeneğe düşürülmüştür. 1 doğru cevap ve öğretmen adaylarından gelen dönütlere göre 2 çeldirici, frekansı yüksek olan kavram yanılgısından seçilerek eklenmiştir. Bu aşamadan sonra toplamdı 20 madde ile ölçek son haline getirilmiştir.

Sesli düşünme (think aloud): Ölçeğin son hali ile tüm sınıf düzeylerinden iki öğrenci olacak şekilde sesli düşünme için görüşmeler yapılmıştır. Araştırmacı katılımcılara örnek ölçek formunun bir kopyasını vermiş, soruda ne sorulduğuna ve öğrencinin ne anladığına dair sorular sormuştur (Bowles, 2010). Bu aşamada öğrencilerden gelen dönütlere göre i) şekiller güncellenmiş, ii) sadece yazılı soru olan maddelere yeni şekiller eklenmiş ve iii) şekillerde karmaşıklık olan maddelerde ise şekiller güncellenmiştir.

3.1.2.2.2. Üçüncü aşama geliştirme süresi

Dört aşamalı testin üçüncü aşaması, katılımcıların birinci aşamada verdikleri cevapların arkasındaki düşünce yapısını ve mantıksal gerekçelerini ortaya koymayı amaçlamaktadır (Gürel ve ark., 2015). Bu aşamada, katılımcıların doğru ya da yanlış fark etmeksizin verdikleri cevaplara yönelik bir gerekçe belirtmeleri istenir. Bu sayede sadece sonuç değil, bu sonuca ulaşma sürecindeki bilişsel düzey de analiz edilebilmektedir (Kızılcık ve Güneş, 2011). Dolayısıyla üçüncü aşama testin en kritik bileşenlerinden biri olarak değerlendirilir; çünkü öğrencilerin kavramsal anlayışları, bilgi eksikliklerini veya alternatif düşünce yapıları bu aşamada daha net biçimde ortaya çıkmaktadır (Desstya ve ark., 2025). Bu gerekçe belirleme aşamasının ölçekte yer alabilmesi amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen test hem Fizik 1 dersini almış olan öğretmen adaylarına hem de farklı sınıf düzeylerinde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanmak üzere tasarlanmıştır. Gerekçe basamağının belirlenebilmesi için pilot uygulama yüz yüze, kağıt kalem yoluyla gerçekleştirilmiş olup bu süreçte araştırmacı tarafından gerekli yönlendirmeler ve açıklamalar da sağlanmıştır. Bu yöntem, katılımcıların gerekçe belirtme aşamasında soruları daha iyi anlamalarını ve düşüncelerini daha açık bir şekilde ifade etmelerini desteklemektedir. Katılımcıların gerekçe yazabilmeleri ve düşüncelerini açıkça ortaya koyabilmeleri amacıyla her soru maddesinin altına bir “açıklama alanı” eklenmiştir (Taban ve Kıray, 2022). Bu alan, öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin düşüncelerini detaylandırmalarına olanak tanımaktadır. Gerekçe basamağındaki şıkların belirlenmesinde bir adet doğru gerekçe belirlenmiştir. Çeldirici cevaplar ise katılımcıların gerekçe basamağına vermiş oldukları yazılı cevapların frekanslarına dayanmaktadır. Bu çerçevede katılımcıların gerekçeleri analiz edilmiş ve en çok tekrar eden gerekçeler, çeldirici şıkları oluşturmuştur. Üçüncü aşama verilerinin toplanmasına yönelik olarak hazırlanan ölçege ait örnek bir madde, aşağıda sunulmaktadır. Kuvvet ve hareket kavram yanılığısı tanı testine ait örnek ölçek maddesi Tablo 3.16’da verilmiştir.

Tablo 3.17. Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılıgısı Tanı Testine Ait Örnek Ölçek Maddesi



Başlangıçta aynı hızda bulunan ve biri diğzerinin iki katı kütleyle sahip olan iki çelik bilye, sürtünmesiz yatay bir masadan aynı hızlarla yuvarlanmaktadır. Bu durumda çelik bilyeler yere düştüğünde masanın ayağına olan uzaklıkla (menzil, R) ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- Ağır olan top masanın ayağına daha yakın olacak şekilde zemine düşer.
- Her iki top da masanın ayağına yaklaşık olarak aynı yatay mesafede zemine düşer.
- Hafif olan top masanın ayağına daha yakın olacak şekilde zemine düşer.

Verdiğiniz cevabın gerekçesini açıklayarak yazınız.

.....

.....

.....

.....

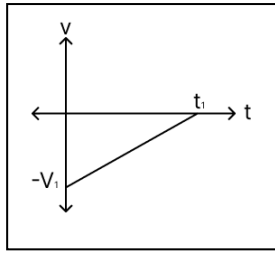
.....

3.1.2.2.3. Dört aşamalı nihai ölçeğin geliştirme süreci

Dört aşamalı ölçme aracının geliştirme süreci, sistematik ve çok boyutlu bir yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. İlk olarak birinci aşamada yer alacak soru köklerinin ve şıkların oluşturulması amacıyla öğretmen adayları ile görüşmeler yapılmış, kavramlara yönelik öğrenci düşüncelerine dayalı olarak çoktan seçmeli cevap seçenekleri geliştirilmiştir. Elde edilen bu cevap seçenekleri, aynı zamanda üçüncü aşamada yer alacak gerekçe basamağına zemin oluşturmuştur. Bu aşamada, katılımcılardan açık uçlu şekilde gerekçe yazmaları istenmiş ve toplanan veriler içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda her soru için sabit bir gerekçe sayısı belirlenmemiştir; bunun yerine, frekans dağılımı yüksek olan ve anlamlı görülen gerekçeler ölçeğe yerleştirilmiştir. Böylece bazı sorularda üç gerekçe yer alırken bazılarında dört ya da altı gerekçe sunulmuştur. Katılımcıların sunduğu gerekçelerden hiçbirini ile kendi düşüncelerini eşleştirememeleri durumuna karşılık olarak her soruda “Diğzer” seçeneğı eklenmiştir. Bu seçenek sayesinde katılımcılara kendi gerekçelerini yazabilmeleri için bir açık uçlu alan sağlanmıştır. Bu durum, bireysel düşünce farklılıklarının da değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Ölçme aracının ikinci ve dördüncü aşamaları ise güven düzeyini belirlemeye yönelik olarak tasarlanmıştır. İkinci aşama, katılımcının birinci aşamada verdiği cevaba olan güvenini; dördüncü aşama ise üçüncü aşamada seçilen gerekçeye olan güven düzeyini ölçmeyi amaçlamaktadır. Literatürde, örneğın Taban ve Kıray (2022) tarafından önerilen güven basamağı genellikle iki düzeyden oluşmaktadır: a) Eminim b) Emin değılim. Ancak bu çalışmada, uzman görüşleri doğrultusunda güven düzeyi dört kategoriye genişletilmiştir. Bu düzeyler

şu şekilde belirlenmiştir: a) Kesinlikle Eminim, b) Eminim, c) Emin Değilim, d) Kesinlikle Emin Değilim. Bu ayırım, katılımcıların yanıtlarına ilişkin belirsizlik düzeylerini daha hassas biçimde ölçmeyi mümkün kılmakta ve ölçeğin tanılayıcı gücünü artırmaktadır. Dört aşamalı kavram yanılığısı ölçeğine ait örnek madde Tablo 3.17’de verilmiştir.

Tablo 3.18. Dört Aşamalı Kavram Yanılığısı Ölçeğine Ait Örnek Madde



5.1. Hız zaman grafiğinde bir cismin negatif yönde hızının azalması durumunda, ivme ve hareket hakkında neler söylenebilir?

- a) Negatif yönde negatif ivme ile yavaşlar.
- b) Negatif yönde pozitif ivme ile yavaşlar.
- c) Negatif yönde azalan ivme ile hareket eder.

5.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminin
- b) Eminim
- c) Emin Değilim
- d) Kesinlikle Emin

Değilim

5.3. Soru 5.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) V eksi yönde olduğundan ivmede (-) yöndedir
- b) Hız azaldığı için ivmesi de azalır
- c) İvme azaldıkça hareket yavaşlar
- d) Cismin -x yönünde hız değişiminin pozitif olması
- e) Diğer:

5.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminim
- b) Eminim
- c) Emin Değilim
- d) Kesinlikle Emin Değilim

3.1.2.2.4. Geçerlik ve güvenilirlik

Geliştirilen test kavram yanılığlarının tespit edilmesi; bilimsel bilgi düzeylerinin, bilginin gerekçesinin tespit edilmesi için kullanılabilir. Ölçme aracının güvenilirliği iki farklı şekilde test edilebilir. Bunlar bilimsel bilginin güvenilirliği ve kavram yanılığlarının güvenilirliğidir.

3.1.2.2.4.1. Güvenirlik

Bu bölümde kavram yanılığısı ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik değerlerine ilişkin uygulanan süreç ve analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

3.1.2.2.4.1.1. Madde Güçlük ve ayırt edicilik indeksi

Kavram yanılığısı testlerinin birinci aşaması, başarı testi niteliğinde geliştirilir. Bu aşamada maddeler, öğrencilerin konuya ilişkin bilgi ve kavramsal anlama düzeylerini ortaya koymak amacıyla hazırlanır. Her bir madde için madde güçlük ve ayırt edicilik

indeksleri hesaplanır. Kavram Yanılgısı Testi Birinci Aşaması İçin Madde Güçlük İndeksi Tablo 3.18’de verilmiştir.

Tablo 3.19. Kavram Yanılgısı Testi Birinci Aşaması İçin Madde Güçlük İndeksi

Madde	Madde Güçlük İndeksi
M1	0.142
M2	0.093
M3	0.679
M4	0.332
M5	0.409
M6	0.236
M7	0.699
M8	0.593
M9	0.663
M10	0.878
M11	0.547
M12	0.539
M13	0.365
M14	0.241
M15	0.541
M16	0.534
M17	0.684

*= Çıkartılan madde

Tablo 3.18 incelendiğinde, madde güçlük indeksi, testteki her bir sorunun doğru yanıtlanma yüzdesini gösterir ve 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Değerin 0’a yakın olması sorunun zor olduğunu, 1’e yakın olması ise sorunun kolay olduğunu göstermektedir. Madde analizlerinde, soruların güçlük indekslerinin genellikle 0,20 ile 0,80 arasında olması ve testin ortalama güçlük indeksinin yaklaşık .50 ve civarında olması önerilmektedir (Doran, 1980). Bulgular incelendiğinde 17 maddelik testin, M1, M2 M6, M10 ve M14 belirtilen referans aralıklarının dışında kaldığı için çalışmadan çıkartılmıştır (Son hali eklerde verilmiştir). Ölçeğin 12 madde ile son haline getirilmiştir. Çıkartılan maddeler sonrasında ölçek maddelerinin alt grup ve üst gruptaki katılımcıların ayırt edip edemediğinin incelenmesi amacıyla madde ayırt edicilik indekslerine bakılmıştır. Elde edilen bulgular tablo 3.20’de verilmiştir.

Tablo 3.20. Madde Ayırt Edicilik İndeksi

Madde	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
M3	0.67
M4	0.36
M5	0.47
M7	0.71
M8	0.58
M9	0.79
M11	0.58
M12	0.54
M13	0.34
M15	0.52
M16	0.55
M17	0.66

Tablo 3.19 incelendiğinde madde güçlük indekslerinin 0.36 ile 0.79 arasında değiştiği görülmektedir. Madde ayırt edicilik indeksi 0.19 ve altında bir değer alan maddelerin testten çıkarılması, 0.20 ve 0.29 arasında olan maddelerin düzeltilebileceği ya da zorunlu hallerde kullanılabilmesi, 0.30 ile 0.39 arasındaki maddelerin oldukça iyi maddeler olduğu, 0.40 ve üzerinde değer alan maddelerin ise çok iyi maddeler olduğu görülmektedir (Crocker ve Algina, 1986). Bulgular sonucunda ölçme aracında yer alan maddelerin madde ayırt edicilik indekslerinin kabul edilebilir referans aralıklarında olduğu görülmektedir.

3.1.2.2.4.1.2. Testin birinci aşaması için güvenilirlik değerleri

Bu aşamada geliştirilen başarı testinin dört aşamalı yapısının birinci basamağı çoktan seçmeli maddelerden oluşturulmuştur. Öğrencilerin temel bilgi düzeylerini ölçmeye yönelik bu aşamanın güvenilirliğini belirlemek amacıyla KR-20 katsayısı hesaplanmıştır. Kavrama yanlışlarının doğası gereği bu aşama, başarı testi olarak ele alınmıştır. KR-20 değeri, çoktan seçmeli testlerde maddelerin iç tutarlılığını gösteren önemli bir ölçüt olup testin birinci aşamasının güvenilirliğine ilişkin kanıt sunmaktadır. Madde güçlük indeksleri düşük olan sorular çıkarıldığında bu değerlerin yükseldiği görülmüştür. Bu çalışmada birinci basamağın KR-20 değeri 0.982 olarak hesaplanmıştır ve bu değer, testin birinci aşama sorularının oldukça güvenilir olduğunu göstermektedir.

3.1.2.2.4.1.3. Testin üçüncü basamağı için güvenilirlik değeri

Testin üçüncü aşaması, birinci aşamadaki soruya verilen cevabın gerekçesini içermektedir. Birinci aşamaya cevap veren katılımcı, seçmiş olduğu seçeneğin gerekçesini bu aşamada belirtir. Bu aşama, kavram yanlışlarının doğası gereği çoktan seçmeli test olarak oluşturulmuştur. Bu aşamanın güvenilirlik değerinin düşük olması, katılımcıların kavram yanlışlarını doğal olarak tespit etmede bir engel olarak karşımıza

çıkabilir. Bu nedenle bu aşama için KR-20 güvenilirlik değerinin hesaplanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Analiz sonucunda KR-20 değerinin 0.952 olduğu görülmüştür. Bu değer, üçüncü aşama olan gerekçe basamağının güvenilir olduğunu göstermektedir.

3.1.2.2.4.1.4. Bilimsel bilgi güvenilirliği

Bilimsel bilgi güvenilirliğinin hesaplanmasında öğretmen adaylarının birinci aşama soruya doğru yanıt vermeleri, üçüncü aşamada ise gerekçe basamağına doğru yanıt vermiş olmaları gerekmektedir. Ayrıca bu iki yanıtta emin olup olmadıklarının belirlenmesi için ikinci ve dördüncü basamakta eminim ya da kısmın eminin seçeneklerini işaretlemeleri gerekmektedir. Bu kapsamda bilimsel bilgi güvenilirliği KR-20 ile hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre KR-20 değeri 0.72 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, bilimsel bilgi basamağının güvenilirlik değeri için oldukça yüksek bir değer olarak bulunmuştur. KR-20 değerinin 0.50 üzeri olması, ideal güvenilirlik değeri olarak kabul edilmektedir. Elde edilen değer ile ölçme aracının bilimsel bilgiyi tespit etmede güvenilir bir ölçme aracı olduğu görülmektedir.

3.1.2.2.4.1.5. Kavram yanılgısı güvenilirliği

Ölçme aracında katılımcıların birinci ve üçüncü aşamaya yanlış cevap verdikleri ancak her iki aşama için de verdikleri cevaptan emin olduklarında kavram yanılgısı olduğu görülmektedir. Kavram yanılgısı değeri için ise KR-20 değeri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre kavram yanılgısı için KR-20 değeri 0.579 olarak bulunmuştur. KR-20 değerinin .50 üzeri olması testin güvenilirliği için yeterli olarak görülmektedir. Gürel ve ark. (2015), Kavram yanılgısı testlerinin diğer testlerden farklı bir formatta olduğunu ve güvenilirlik değerlerinin düşük olabileceğini belirtmiştir.

3.1.2.2.4.2. Geçerlik

Bu bölümde, kavram yanılgısı ölçme aracının güvenilirlik değerleri için elde edilen analiz sonuçları sunulmuştur.

3.1.2.2.4.2.1. Geçerlilik 1: Doğru cevap puanları ve güven puanları arasındaki korelasyon

Çalışmada yapı geçerliğini belirlemek amacıyla 3 farklı korelasyon hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar benzer çalışmalar referans alınarak yapılmıştır (örneğin, Kaltakçı, 2012; Kıray ve ark., 2015; Taban ve Kıray, 2022). Bu aşamada:

- Birinci ve ikinci basamaklar arasındaki korelasyon (birinci güven puanı)

- Üçüncü ve dördüncü basamaklar arasındaki korelasyon (ikinci güven puanı)
- Birinci ve üçüncü basamaklar ile ikinci ve dördüncü basamaklar arasındaki korelasyon (her iki güven puanı) hesaplanmıştır.

Dört basamaklı testler genellikle oldukça zordur (Taban ve Kıray, 2022), bu nedenle söz konusu basamaklar arasında genellikle düşük korelasyon değerleri elde edilmektedir. Bu bağlamda, içerik basamağı ile gerekçe basamağı arasında pozitif korelasyon, testin yapı geçerliğini sağlamak için yeterlidir (Kaltakci-Gurel ve ark., 2017). Kavram Yanılgısı Testinin Korelasyon Analiz Sonuçları Tablo 3.20’de verilmiştir.

Tablo 3.21. Kavram Yanılgısı Testinin Korelasyon Analiz Sonuçları

Basamaklar		İkinci Basamak	Dördüncü Basamak	Üçüncü Basamak
Birinci Basamak	r	0.246*		
Üçüncü Basamak	r		0.305*	
Birinci Basamak	r			0.130*

*0.05 Anlamlık düzeyi

Tablo 3.20’de elde edilen korelasyon sonuçları, öğrencilerin doğru cevap puanları ile güven puanları arasında genel olarak pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Birinci basamak için hesaplanan korelasyon ($r = 0.246^*$), öğrencilerin birinci basamakta yüksek puan aldıklarında yanıtlarına bir miktar güven duyduklarını; ikinci basamak için hesaplanan korelasyon ($r = 0.305^*$) ise daha ileri basamaklarda doğru yanıt verdiklerinde güven seviyelerinin daha belirgin şekilde arttığını göstermektedir. Buna karşın her iki basamak puanı ile güven puanları arasındaki korelasyonun ($r = 0.130^*$) düşük fakat anlamlı olması, öğrencilerin genel olarak yüksek puan aldıklarında güvenlerinin biraz arttığını ancak bu ilişkinin görece zayıf olduğunu ortaya koymaktadır.

3.1.2.2.4.2.2. Geçerlilik 2: Uzman görüşleri

Ölçme aracının geliştirilme süreci, titizlikle planlanmış ve her aşaması sistematik olarak yürütülmüştür. Bu süreç, öncelikle ölçme aracının amacına uygun olarak görüşme sorularının hazırlanması ile başlamıştır (Taban ve Kıray, 2022). Hazırlanan sorular, alanında uzman akademisyenlerin rehberliğinde değerlendirilmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Miles ve Huberman (1994)’nın belirttiği gibi uzman dönütlerinden gelen uyumun 0.80 ve üzeri olması önemlidir. Bu aşamada uzmanlardan gelen dönütler değerlendirilmiştir ve uyumun 0.90 olduğu görülmüştür. Ardından geliştirme sürecinin bir sonraki aşaması olan pilot uygulamalar gerçekleştirilmiş; bu aşamada soruların anlaşılabilirliği, içerik uygunluğu ve ölçme kapasitesi analiz edilmiştir. Her pilot uygulamanın ardından elde edilen bulgular, alan uzmanlarına detaylı raporlar halinde

sunulmuş ve uzman görüşleri doğrultusunda revizyonlar yapılmıştır. Test geliştirme sürecinin her aşaması, yani soruların tasarlanması, pilot testlerin uygulanması ve sonuçların analiz edilmesi, sürekli olarak uzman denetimi altında yürütülmüş, böylece testin geçerlilik ve güvenilirlik kriterlerini sağlayacak biçimde geliştirilmesi sağlanmıştır (Kıray ve Şimşek, 2021). Bu başlık altında ölçme aracının geliştirme sürecine dair tüm aşamalar, kullanılan yöntemler, uzman değerlendirmeleri ve elde edilen sonuçlar ayrıntılı biçimde aktarılmıştır.

3.1.2.2.4.2.3. Geçerlilik 3: Yanlış pozitif ve yanlış negatif

Bu geçerlik değerlendirmesinde katılımcı, birinci aşama soruya doğru cevap verip üçüncü aşama gerekçe basamağına yanlış cevap vermesi ile pozitif yanlış olarak değerlendirilmektedir. Ancak katılımcım birinci basamağına yanlış cevap verip gerekçe basamağına doğru cevap verdiği takdirde bilimsel mantığı doğru bildiği şeklinde ancak yanlış cevap verdiğinde ise negatif yanlış olarak değerlendirilmektedir. Bu iki geçerlik düzeyinin, araştırmada %10 altında olması gerekmektedir (Hestenes ve Halloun, 1995; Kaltakçı, 2012; Taban ve Kıray, 2022). Bu çalışmanın analiz sonucunda Pozitif Yanlış ve Negatif Yanlış değerleri %10'un altındadır.

3.1.3. Nitel araştırma yöntemi

Bu bölümde; nitel araştırma modeli olan durum çalışması, araştırmanın çalışma grubunun seçilmesi, veri toplama araçları (görüşme soruları ve gözlem), verilerin analizi yöntemleri (betimsel analiz ve içerik analizi) ve araştırmanın geçerlik ile güvenilirlik unsurları üzerinde durulmuştur.

3.1.3.1. Nitel araştırma modeli

Nitel araştırmanın felsefi temeli, genellikle yorumlayıcı ve yapısalcı yaklaşımlara dayanır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu felsefi temeller, nitel araştırmanın insan deneyimini anlamak ve açıklamak için kullanılan bir yaklaşım olduğunu vurgular. Nitel araştırmanın temel felsefi yaklaşımlarından yorumlayıcı yaklaşım, insanların dünyayı anlamada ve yorumlamada aktif rol oynadıklarını kabul eder. Yorumlayıcı yaklaşım; insanların deneyimlerini, değerlerini, inançlarını ve bakış açılarını anlamaya çalışır. Bu felsefi temele göre toplumsal gerçeklik, bireylerin ve grupların etkileşimlerinden doğar ve bu gerçeklik, araştırmacı tarafından derinlemesine yorumlanarak anlaşılabilir. Yapısalcı yaklaşım ise bireylerin bilgiyi ve anlamı sosyal bağlam içinde birlikte inşa ettiklerini savunur. Gerçeklik, sabit ve objektif değil; bireylerin deneyimlerinden,

etkileşimlerinden ve sosyal bağlamlardan türetilen bir olgudur (Patton, 2002). Yapısalcı yaklaşım, araştırmacıların katılımcılarla etkileşimde bulunarak onların anlamlarını, algılarını ve deneyimlerini keşfetmelerine olanak tanır. Bu felsefi temeller, nitel araştırmanın amacının insanların dünyayı nasıl deneyimlediğini ve bu deneyimlere nasıl anlam verdiklerini derinlemesine anlamak olduğunu ortaya koyar. Nitel araştırma, genellikle öznel verilerle çalıştığı için araştırmacıların, katılımcıların perspektiflerini anlamaya yönelik bir yaklaşım sergilemesi beklenir.

Nitel araştırmanın temel özellikleri; araştırmanın amacına, kullanılan yöntemlere ve elde edilen verilere bağlı olarak değişiklik gösterir. İlk olarak nitel araştırmaların amacı; bireylerin ve grupların deneyimlerini, görüşlerini, inançlarını ve davranışlarını derinlemesine anlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu tür araştırmalar, belirli bir durumu veya olguyu kapsamlı bir şekilde incelemeye odaklanır ve genellikle geniş genellemeler yapmaktan ziyade olayın özgün bağlamına dair detaylı bilgi edinmeyi hedefler. Bir diğer önemli özellik, nitel araştırmaların esnek bir yapıya sahip olmasıdır. Araştırma sürecinde, araştırmacılar veri toplama ve analiz aşamalarında katılımcıların verdiği yanıtlar doğrultusunda yeni sorular geliştirebilir ve araştırmanın yönünü değiştirebilir. Bu esneklik, araştırmanın dinamik bir şekilde ilerlemesini sağlar ve katılımcıların görüşlerinin daha iyi anlaşılmasına olanak tanır. Nitel araştırmalarda, katılımcıların perspektifine büyük bir önem verilir. Araştırmacılar, katılımcıların düşüncelerini ve deneyimlerini anlamak için sürekli bir etkileşimde bulunur. Bu süreç, katılımcıların kendilerini ifade etmelerine fırsat verir (Patton, 2002). Ayrıca nitel araştırmalar, genellikle sosyal ve kültürel bağlamı göz önünde bulundurur. Olayların veya durumların bağlamı, katılımcıların bakış açılarını daha doğru bir şekilde değerlendirmek için kritik bir öneme sahiptir. Veri toplama araçları arasında mülakatlar, gözlemler ve grup tartışmaları gibi yöntemler yer alır. Nitel araştırmalar, genellikle öznel ve yorumsal verilere dayanır. Araştırmacılar, bu verileri toplar ve yorumlar; katılımcıların anlam dünyasını daha iyi kavrayabilmek için analiz eder. Bu özellikleriyle nitel araştırmalar, insan davranışlarını ve toplumsal olguları anlamak için güçlü bir yöntem olarak kabul edilir.

3.1.3.1.1. Nitel araştırmada geçerlik ve güvenilirlik

Nitel araştırmalarda verilerin inandırıcılığı, geçerlik ve güvenilirliğin en önemli ölçütlerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu bakımdan nitel veri toplama ve analiz sürecinin titizlikle yürütülmesi büyük önem taşımaktadır.

Nitel veri toplama ve analiz sürecine ilişkin geçerlik ve güvenilirliğe yönelik bilgiler, detaylı olarak vermiştir.

3.1.3.1.1.1. İnandırıcılık

İnandırıcılık, nitel çalışmalarda iç geçerlik için kullanılan bir kavramdır (Creswell, 2012). Araştırmacının bilimsel olarak kabul görmesi için araştırmanın ve sürecin açık, tutarlı ve diğer araştırmacılar tarafından doğrulanabilir olması gerekir. Bu süreçte araştırmacının, verilerin nesnel bir şekilde toplandığını detaylı bir şekilde aktarması gerekir (Patton, 2002; Yıldırım ve Şimşek, 2021). Lincoln ve Guba (1995), inandırıcılığın başarılı olması için araştırmacıların kullanabileceği bazı stratejileri şu şekilde belirtmiştir: “i) uzun süreli etkileşim, ii) derinlik odaklı veri toplama, iii) çeşitleme, iv) uzman incelemesi ve v) katılımcı teyidi” (akt. Yıldırım ve Şimşek, 2021).

Uzun süreli etkileşim: Araştırmacının gözlenen ortamda uzun süre kalması, verilerinin niteliğini etkilenmektedir. Araştırmacının gözlem ya da veri toplama öncesinde katılımcılarla vakit geçirmesi ya da ortamda öncesinde bulunması, elde edilecek veriler üzerinde negatif etkiye neden olabilir (Patton, 2002; Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu çalışmada araştırmacı, çalışma yapacağı grupla çalışma öncesinde çeşitli etkileşimlerde bulunmuştur. Farklı konularda bilimsel çalışmalar yürütmüş, sosyal etkinliklerde yer almıştır. Katılımcıların her biri araştırmacıyı öncesinde tanımıştır. Bu durum araştırmacının veri toplama sürecine girdiğinde katılımcıların doğal ortamlarını bozmadan uygulama sürecinin yürütülmesine katkı sağlamıştır. Bu durum, araştırmacı etkisinin ortadan kaldırılmasına olanak sağlamıştır denebilir.

Derinlik odaklı veri toplama: Bu aşamada araştırmacı, her uygulama sürecinde bizzat bulunmuş; katılımcıları gözlemlenmiştir. Derinlemesine görüşmelerin yapılması için katılımcıları tek tek tanımıştır. Ayrıca araştırmacı, derinlemesine veri toplama ve uygulama adımlarının etkili bir şekilde yürütmek için öndeki dönemlerde, laboratuvar uygulaması yürüten alan uzmanının derslerinde gözlemci olarak yer almıştır. Bu, derinlemesine veri toplamaya başlamak için bir ön adım olmuştur.

Çeşitleme: Veri kaynakları, yöntem ya da araştırmacı çeşitlemesi olarak ifade edilebilir (Patton, 2002). Farklı yöntemlerle toplanan verilerin, görüşmeler gözlemler, doküman (yazışmalar, fotoğraflar, günlükler) analizleri ile birbirini teyit amaçlı kullanımı; elde edilen bulguların geçerliğini ve güvenilirliğini artırır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme formu, gözlemci notları ve araştırmacı tarafından çekilen fotoğraflar ile veri çeşitlemesi sağlanmıştır.

Uzman incelemesi: Uzman incelemesi, nitel çalışmalardaki inandırıcılık basamağının en önemli adımlarından biridir (Merriam, 1998). Uzman incelemesi sayesinde; araştırmanın kurgulanması, yöntemlerin belirlenmesi, verilerin toplanması, analizi ve raporlama sürecine kadar geçen aşamalarda sonuçlara eleştirel bir gözle bakılır ve geri bildirimde bulunulur. Bu geri bildirimler; araştırmacının kendi yaklaşımını kontrol etmesine, olası etkileri görebilmesine yardımcı olacaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu çalışmada araştırmacı; araştırma desenin seçimi, uygulama süreci, veri toplama ve analiz aşamasında bir alan uzmanı ile düzenli olarak süreci paylaşmıştır. Ayrıca araştırmacı, bu sürecin tasarım aşamasında uygulama öncesi ve uygulama sonrasında üç alan uzmanına düzenli raporlamalarda bulunmuştur.

Katılımcı Teyidi: Araştırmacı elde ettiği verilerin teyidi için veri toplama sürecinin hemen ardından, geniş bir zaman da görüşme verilerini rapor halinde katılımcılara göndererek ya da grup görüşmesi-bireysel görüşme ile katılımcılara teyit ettirebilir (Patton, 2002; Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu durum, araştırmacının elde edilen verileri farklı yorumlamasını engeller. Bu çalışmada araştırmacı, yarı yapılandırılmış görüşmeler sırasında notlar almış; her görüşme sonrasında katılımcılara ön yorumlamaları aktarmış ve görüşmeden elde edilen verileri teyit etmiştir.

Nitel araştırmalarda iç geçerlik için kullanılan en önemli ölçütlerden biri inandırıcılıktır (Creswell, 2012). İnanırıcılığın sağlanabilmesi için araştırmacının süreci açık, tutarlı ve diğer araştırmacılar tarafından doğrulanabilir biçimde yürütmesi gerekmektedir. Bu noktada araştırmacının verileri nesnel bir biçimde toplaması ve ayrıntılı bir şekilde aktarması kritik öneme sahiptir (Patton, 2002; Yıldırım ve Şimşek, 2021). Lincoln ve Guba'nın (1995) belirttiği gibi uzun süreli etkileşim, derinlik odaklı veri toplama, çeşitleme, uzman incelemesi ve katılımcı teyidi stratejileri inandırıcılığı güçlendirmektedir. Bu araştırmada söz konusu stratejilerden her biri sistematik olarak uygulanmıştır. Araştırmacı, uygulama süreci öncesinde katılımcılarla sosyal ve bilimsel etkileşimlerde bulunmuş; böylece gözlem ve görüşmelerin doğal akış içinde yürütülmesini sağlamıştır. Ayrıca derinlik odaklı veri toplama kapsamında katılımcılarla birebir etkileşim kurulmuş, gözlemler yapılmış ve görüşmeler desteklenmiştir. Çeşitleme sağlamak için yarı yapılandırılmış görüşmeler, gözlem notları ve fotoğraflar bir arada kullanılmıştır. Bunun yanı sıra uzman incelemesi ile süreç düzenli olarak alan uzmanlarıyla paylaşılmış, kritik geri bildirimler alınmıştır. Son olarak katılımcı teyidi sayesinde elde edilen bulguların doğruluğu pekiştirilmiş, araştırmacının öznelliği

sınırlandırılmıştır. Tüm bu adımlar, çalışmanın inandırıcılığını artırarak nitel araştırma açısından güvenilir bir zemin oluşturmuştur.

3.1.3.1.1.2. Aktarılabirlik

Aktarılabirlik (transfer edilebilirlik), nicel araştırmalardaki “genellenebilirlik” kavramının nitel araştırmalardaki karşılığı olarak kabul edilmektedir (Lincoln ve Guba, 1985). Nitel araştırmalarda genelleme kavramı yerine aktarılabirliğin tercih edilmesinin nedeni, araştırma sonuçlarının doğrudan genellenememesidir. Bunun yerine elde edilen bulguların benzer ortamlara uygulanabilirliğı, farklı bağlamlarda kullanılabilirliğinin sınanması ve bu sonuçlardan yeni denemeler için yararlanılabilmesi söz konusudur (Patton, 2002). Aktarılabirliğin sağlanması amacıyla bu araştırmada, araştırma süreci ayrıntılı biçimde tanımlanmış ve nitel verilerden elde edilen bulgular doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Böylece okuyucunun, araştırmanın yürütüldüğü bağlamı ayrıntılı biçimde görebilmesi ve sonuçların benzer ortamlara ne ölçüde aktarılabileceğini değerlendirebilmesi hedeflenmiştir. Nitel araştırmalarda yalnızca genelle ilişkin bilgileri değil, aynı zamanda özele ait ayrıntıları da ortaya koymak önemlidir. Bu araştırmada durum çalışması kapsamında, yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve nicel ölçme araçlarından elde edilen veriler doğrultusunda alt grup ve üst grupta yer alan katılımcılar maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Böylece araştırmanın aktarılabirliğinin artırılması amaçlanmıştır.

3.1.3.1.1.3. Tutarlık

Guba ve Lincoln (1985), nicel araştırmalardaki güvenilirlik kavramının nitel araştırmalarda tutarlık olarak kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Nitel çalışmalarda elde edilen bulgular, zamana, mekana ve kişisel durumlara bağlı olduğu düşünöldüğünde sonraki nitel çalışmalar için güvenilirliğı sağlamak mümkün görölmese de araştırmada güvenilirlik, geçerlik olmadan da sağlanabilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bundan dolayı tutarlığa önem verilmesi gerekmektedir. Long ve Johnson (2000)’a göre tutarlığın sağlanması için inandırıcılığın sağlanması gereklidir (yukarıda detaylı olarak açıklanmıştır). Ayrıca tutarlık için bulguların ham verileri korunarak aradaki bağın oluşması, verilerin her bir katılımcı için uyumlu ve tutarlı bir şekilde toplanması, veri toplama sürecinde bütünün parçalar ile uyumu ve analitik sürecin şeffaflığı (Silverman, 1998); nitel çalışmada tutarlığın sağlanmasında önemli noktalar olarak görölmektedir (Long ve Johnson, 2000). Bu çalışmada veri toplama süreci, her bir katılımcı açısından

standart şekilde yürütülmüş; veri toplama süreci ve bulgularının oluşturulmasında izlenen yolun açıkça aktarılmasına dikkat edilmiştir.

3.1.3.1.1.4. Teyit edilebilirlik

Teyit edilebilirlik, araştırmadan elde edilen sonuçların gerçeği yansıtmadığı ile ilgilidir. Araştırmacının çalışma süresinde elde ettiği verileri düzenli olarak teyit ettirmesi ve okuyucuya açıklamalar sunabilmesi önemlidir. Burada elde edilen verilerden geri gidildiğinde ham verilerden bulguların teyit edilip edilmediğine dair değerlendirme yapılmalıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu çalışmada araştırmacı; verilerin toplanması, kodlanması ve analiz sürecinin her aşamasında alan uzmanına verileri ve sonuçları teyit ettirmiştir. Ayrıca, Guba ve Lincoln (1985), araştırmanın doğrulanabilirliğini artırmak için araştırmacının epistemolojik varsayımlarını, çalışmayı tasarlama gerekçelerini ve konuya dair önyargılarını yansıtıcı şekilde ele almasını önermişlerdir. Bu çalışmada, teyit edilebilirliğin sağlanması için Araştırmadan bağımsız bir uzman, süreci ve verileri inceleyerek sonuçların veriye dayalı olup olmadığını değerlendirmiştir. Ayrıca üye teyidi ve veri çeşitlemesi sağlanarak teyit edilebilirliğin artırılması amaçlanmıştır.

3.1.3.1.1.5. Araştırmacının rolü

Nitel araştırmalarda araştırmacı, sürece aktif olarak katılan ve yorumlamaya dayalı bir rol üstlenir. Bu çalışmada araştırmacı; veri toplama, katılımcılarla iletişim ve veri analiz süreçlerinde görev almıştır. Araştırmacının temel rolü hem gözlemci hem veri toplayıcı olarak sürece dahil olmak ve elde edilen verileri yorumlayarak bulguların ortaya konmasına katkıda bulunmaktır. Uygulama süreci toplamda 13 hafta sürmüştü ve araştırmacı, başta katılımcı gözlemci olarak yer almıştır. İlk haftada dersin işleyişi, sanal ve gerçek deneylerin özellikleri katılımcılara aktarılmış; deneysel uygulama öncesinde bilgiler paylaşılmıştır. Araştırmacı, deneysel uygulama öncesinde çalışılacak deney grubu ile farklı bilimsel çalışmalar yürütmüş; çeşitli etkinlikler düzenlemiş ve öğretmen adaylarının kendisini tanımasını sağlayarak sürece yabancılaşmaktan kaçınacakları bir ortam oluşturmuştur. Bu yaklaşım, deneysel çalışmalarda yabancı bir araştırmacının varlığının doğal ortamı bozmasını engelleyerek verilerin geçerliliğini artırmaktadır (Creswell, 2012). Araştırmanın doğası gereği deneysel süreç, eğitim fakültesi bünyesinde yer alan Fizik Laboratuvarında yürütülmüştür. Her hafta öğretmen adayları, bilgisayarlarını

projeksiyona bağlayabilecekleri ve gerçek deneyler için deney malzemelerine erişebilecekleri bir ortamda uygulamada yer almışlardır.

Araştırmacı, veri toplama öncesinde test gözlem notları tutmuş; sınıfta fotoğraflar çekmiş ve deney grubunu veri toplama yöntemlerine hazırlamıştır. Her uygulama öncesinde ve sonrasında, alan uzmanlarına sürecin aşamaları ve gözlemler sözlü olarak rapor edilmiştir. Çalışma, katılımcılar tarafından gruplar halinde yürütülmüş ve grup birlikteliğinin doğal olarak oluşmasına izin verilmiştir. Süreç boyunca araştırmacı, gruplar arasında veya uygulama sürecinde hiçbir yönlendirme yapmamı; yalnızca katılımcılarla etkili ve güven verici bir iletişim kurmaya özen göstermiştir (Patton, 2002). Araştırma için gerekli izinler, kurumlar aracılığıyla resmi kanallardan alınmış ve kurum tarafından malzeme desteği sağlanmıştır. Her aşamada kullanılacak yöntemler, ölçme araçları, pilot çalışmalar, ön test-son test uygulamaları, gözlem notları, veri analizi ve raporlama süreçleri alan uzmanlarıyla paylaşılmıştır. Araştırmacı, tüm bu süreçlerde aktif rol almış hem veri toplama hem analiz hem de raporlama aşamalarında sürecin şeffaf ve güvenilir şekilde yürütülmesini sağlamıştır.

3.1.3.1.2. Durum çalışması ve araştırma süreci

Bu çalışma, nitel araştırma metodolojisi olarak durum çalışması (örnek olay) ile incelenmiştir. Yin'e (2003) göre durum çalışması şu özelliklere sahiptir: (i) Gerçek yaşam çerçevesi içinde güncel bir olguyu detaylı bir şekilde inceleyen, (ii) bu olgu ve yaşam çerçevesi arasındaki sınırları kesin hatlarıyla belirgin olmayan, (iii) çeşitli kanıt ve veri kaynaklarına dayanarak üçleme yapılan, (iv) daha önce geliştirilmiş teorik durumları, veri toplama ve analizinde rehber olarak kullanan bir görgül araştırma yöntemidir. Durum çalışmaları, nasıl ve neden sorularına cevap arayan (Yin, 2003) nitel sorgulamanın en yaygın yoludur. Durum çalışmaları, genellikle bireyleri ve kişisel grupları temsil eden olgulara odaklanır. Bu olguları, doğal ortamlarında belirli bir zaman ve mekânda sınırlayarak inceler. Bu yaklaşım, olguyu zengin bir şekilde betimler çünkü derin ve çeşitli kaynaklardan bilgi elde etmeyi amaçlar (Hancock ve Algozzine, 2006). Durum çalışmasında, problemin doğası ve araştırmacının beklentileri kapsamında (Yin, 2003) veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanılmıştır. Durum çalışmaları genellikle belirli bir çerçeve içinde yapılır. Bu çerçeveler araştırmacının odaklandığı konuya, yöntemlere ve amaçlara göre değişebilir. Nitel çalışmada en önemli nokta, Guba ve Lincoln'un (1985) belirttiği gibi, gerçekliğin çoklu ve duruma bağlı olduğunu kabul etmek, bilginin araştırmacı-katılımcı etkileşimiyle oluştuğunu ve sosyal

olguların doğal ortamlarında bütüncül biçimde incelenmesi gerektiğini vurgulamaktır. Amaç, deneyimleri derinlemesine anlamak ve bağlamsal, anlamlı bilgiler üretmektir.

Yin (2003)'in Durum Çalışması Çerçevesi: Yin'in durum çalışması çerçevesi, özellikle sosyal bilimlerde yaygın olarak kullanılır. Bu çerçeve; vaka çalışmalarının tasarımı, veri toplama ve analiz süreçleri için kılavuz sunar. Teorik bir çerçeve olarak düşünülebilir ve genellikle bir durumu derinlemesine anlamak ve açıklamak amacıyla kullanılır. Çoklu durum desenleri, bütüncül bir yaklaşımla da uygulanabilir. Bu desen, birden fazla durumu kendi başına bütüncül bir şekilde algılanabilir durumlar olarak içermektedir. Her durum, kendi içinde bütüncül bir perspektifle ele alındıktan sonra birbiriyle kıyaslanır. Birden fazla duruma tek bir analiz perspektifinden odaklanılır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Durum çalışması, genellikle bir topluluğu veya olayı detaylı bir şekilde inceleme ve analiz etme sürecini içerir. Merriam'ın (1998) tanımına göre durum çalışması; özel bir duruma, olaya, programa veya fenomene odaklanmayı içerir; bu durum bir birey, olay, olgu, grup veya kurumu içerebilir. Temel amaç, belirli bir durumu derinlemesine anlamak için detaylı bir inceleme yapmaktır. Bu süreç, çeşitli araştırma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilir ve detaylı analizler ve bulgular ortaya çıkarılır (Yin, 2003).

3.1.3.1.2.1. Durum çalışmasında verilerin toplaması

Nitel araştırma; insan deneyimlerini, sosyal etkileşimleri ve kültürel anlamları derinlemesine incelemeyi amaçlayan bir yöntemdir (Pallant, 2016). Bu yaklaşım, sayısal verilere dayanan nicel araştırmalardan farklı olarak zengin, betimleyici ve bağlamsal verilere odaklanır. Veri toplama sürecinde başlıca araçlar arasında görüşmeler, gözlemler, odak grupları, belge analizi ve görsel-yaratıcı yöntemler yer almaktadır. Görüşmeler; yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış veya yapılandırılmamış biçimlerde uygulanarak katılımcıların deneyim, inanç ve tutumlarını derinlemesine anlamaya olanak tanır. Gözlemler, katılımcı veya katılımcı olmayan biçimde gerçekleştirilerek doğal davranışlar ve sosyal etkileşimler hakkında bilgi sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Odak grupları, küçük katılımcı gruplarının moderatör eşliğinde tartışmalar yapmasına imkân vererek sosyal normlar ve grup dinamiklerini ortaya çıkarır. Belge analizi ise günlükler, mektuplar, raporlar, medya içerikleri ve çevrimiçi veriler üzerinden tarihsel, sosyal ve kurumsal bağlamların anlaşılmasına katkıda bulunur. Görsel ve yaratıcı yöntemler, fotoğraf, video günlüğü ve haritalama teknikleriyle katılımcıların sözel olarak ifade edemediği deneyimlerini yakalamayı sağlar (Creswell, 2012; Pallant, 2016).

Araştırmacılar, çalışmanın güvenilirliğini artırmak ve farklı veri kaynaklarını bütünleştirmek amacıyla genellikle birden fazla veri toplama aracını birlikte kullanmayı tercih edebilirler. Nitel araştırmada veri toplama araçlarının dikkatle seçimi ve uygulanması, bulguların derinliğini ve özgünlüğünü artırmakta ve yüzeysel gözlemlerin ötesine geçen anlamlı içgörüler üretilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında, yarı yapılandırılmış görüşme ve gözlemci notları veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

3.1.3.1.2.1.1. Yarı yapılandırılmış görüşme

Görüşme soruları, veri toplama sürecinin temel unsurlarından biridir ve araştırmacının amacına, hedef kitlesine ve yöntemine göre özenle hazırlanmalıdır (Patton, 2002). Özellikle öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen görüşmelerde, soruların yapılandırılması elde edilen verinin kalitesini ve analiz edilebilirliğini doğrudan etkileyen bir faktördür. Bu nedenle görüşme soruları belirlenirken açık, anlaşılır ve yönlendirici ifadeler içermemesi sağlanmalı; böylece veri toplamanın güvenilirliği artırılmalıdır (Yıldırım ve Şimşek 2021). Görüşmelerde kullanılan sorular; yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış görüşme formatlarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde genellikle yarı yapılandırılmış sorular tercih edilmekte, bu tür sorular hem belirli bir çerçeveye sunmakta hem de katılımcının özgün yanıtlar vermesine olanak tanımaktadır. Açık uçlu sorular, katılımcının serbest bir şekilde yanıt vermesine olanak tanır ve detaylı bilgi elde edilmesini sağlar. Örneğin, öğretmenlik mesleğine yönelik motivasyonunuzu nasıl tanımlarsınız gibi bir soru açık uçlu bir soruya örnek olabilir. Kapalı uçlu sorular ise evet/hayır veya belirli seçenekler üzerinden yanıtlanan sorulardır. Örneğin, öğretmenlik eğitiminiz sırasında yeterli uygulama fırsatı bulduğunuzu düşünüyor musunuz gibi bir soru, kapalı uçlu bir soruya örnektir. Ölçme ve değerlendirme soruları, katılımcının belirli bir konuya yönelik algısını ve değerlendirmesini belirlemek için kullanılır. Örneğin, öğretmenlik uygulamalarınız sırasında karşılaştığınız en büyük zorluklar nelerdir sorusu bu kategoriye girer. Yansıtıcı ve derinlemesine sorular ise katılımcının deneyimlerini detaylandırmasını ve belirli olayları açıklamasını sağlar. Örneğin, öğretmenlik eğitiminiz süresince en faydalı bulduğunuz ders veya uygulama hangisiydi ve neden gibi bir soru, katılımcının deneyimlerini detaylandırmasına yardımcı olur. Görüşme sorularının oluşturulması sürecinde soruların araştırmacının amaç ve hipotezleriyle uyumlu olması, katılımcıyı yönlendirmeyen, tarafsız ve objektif ifadeler içermesi, karmaşık veya teknik

ifadelerden kaçınılarak açık ve anlaşılır bir dil kullanılması gerekmektedir. Ayrıca katılımcının konu hakkındaki düşüncelerini özgürce ifade edebilmesine olanak tanıyacak şekilde tasarlanmalı ve gerektiğinde alt sorular ile desteklenerek daha derinlemesine bilgi edinilmelidir (Creswell, 2012). Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde kullanılan sorular; eğitim programlarının değerlendirilmesi, mesleki yeterliliklerin belirlenmesi ve öğretmen yetiştirme sürecinin iyileştirilmesi gibi birçok alanda önemli veriler sunmaktadır. Bu nedenle görüşme sorularının yapılandırılması, analiz sürecinde elde edilecek sonuçların güvenilirliğini ve geçerliliğini doğrudan etkilemektedir. Sonuç olarak etkili görüşme sorularının oluşturulması, araştırmacının katılımcılardan maksimum verimi elde etmesini sağlayan kritik bir süreçtir. Öğretmen adaylarının deneyimlerini, beklentilerini ve karşılaştıkları zorlukları anlamak adına oluşturulan nitelikli görüşme soruları, eğitimin niteliğini artırmaya yönelik önemli detaylar sunmaktadır.

Görüşme sorularının hazırlanmasında, teknoloji ile fen öğretimi yeterlik çalışmaları ve kuvvet harekete yönelik çalışmalar incelenerek sorular oluşturulmuştur. Görüşme soruları, Patton (2002), Yıldırım ve Şimşek (2021) ve Creswell (2012)'in belirttiği “i) rahatlıkla anlaşılabilir sorulara yer verme, ii) amaca uygun sorular sorma, iii) açık uçlu sorular hazırlama, iv) yönlendirmekten kaçınma, v) çok boyutlu soruları sormaktan kaçınma, vi) alternatif ve sonda sorular hazırlama, vii) farklı tarzda sorular hazırlama, viii) soruları mantıklı bir biçimde düzenleme, ix) soruları geliştirme” gibi kriterlere dikkat edilerek hazırlanmıştır.

Maddelere dikkat etmek, görüşme sürecinin verimliliğini ve kalitesini artırır. Soruların anlaşılır olması, katılımcıların doğru yanıtlar vermesini sağlar. Amaca uygun sorular, görüşmede doğrudan hedeflere katkı sağlar ve zaman kaybını önler. Açık uçlu sorular, katılımcıların düşüncelerini detaylı paylaşmasına olanak tanır. Yönlendirmeden kaçınmak, bilgilerin tarafsız ve güvenilir olmasını sağlar. Tek konulu sorular, karışıklığı azaltır; alternatif ve sonda sorular, farklı bakış açılarını ve tamamlayıcı bilgileri ortaya çıkarır. Farklı tarzda sorular görüşmeyi canlı tutar, mantıklı bir düzen ise akışı sağlar. Soruları geliştirmek, sürekli iyileştirme ve daha etkili sonuçlar elde etmeyi mümkün kılar. Tüm bu aşamalara dikkat etmek; görüşmelerin güvenilir, etkili ve verimli olmasını sağlar.

Hazırlanan taslak görüşme soruları; teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri, sanal laboratuvar ve gerçek laboratuvara ilişkin görüşleri ve kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik bilgilerinin incelenmesi amacıyla öğrencilerin düşünce ve deneyimlerini derinlemesine anlamak, mevcut bilgi düzeylerini ve tutumlarını ortaya koymak ve öğretim süreçlerini geliştirecek veriler toplamak için hazırlanmıştır. Görüşme soruları,

alanında uzman fen eğitimcisi ve nitel çalışmalar yürütmüş 3 kişilik uzman grubuna, uzman görüşü alınması için gönderilmiştir. Bu aşamada, uzmanlardan her bir maddeyi “uygun”, “uygun değil” ve “geliştirilmesi gerekir” seçenekleriyle değerlendirmeleri istenmiştir. Uzmanların geri bildirimlerinde “uygun değil” veya “geliştirilmesi gerekir” seçeneklerinden birini işaretlemeleri durumunda gerekçelerini veya önerilerini belirtebilecekleri bir “açıklama” alanı da oluşturulmuştur. Uzmanlardan gelen önerilerden “Tekrar eden sorular var” ve “Sorular çok uzun” ifadeleri üzerine görüşme soruları kısaltılmıştır ve benzer sorular görüşme formunda kaldırılmıştır. Uzman dönütleri sonrasında nitel görüşme sorularının güvenilirliğinin sağlanması için görüş birliği/görüş ayrılığı hesaplanmıştır. Bu analiz sonucunda görüş birliğinin 0.82 olduğu görülmüştür. Miles ve Huberman (1994) güvenilirlik değeri için uyumun arasında 0.80 ve üzeri olmasının güvenilirlik için yeterli olduğunu ifade etmişlerdir. Yarı yapılandırılmış görüşme sorularının son halini almasının ardından görüşme sorularıyla, daha önce sanal laboratuvar ile ders almış dördüncü sınıf iki fen bilgisi öğretmen adayı ile pilot çalışmalar yapılmıştır. Pilot çalışmalardaki görüşmeler, katılımcıların izni ile ses kaydına alınmıştır. Bu kayıtlar araştırmacı tarafından dinlenerek incelenmiş ve bu aşamada araştırmacının ölçmek istediği ile katılımcıların anladıklarının benzer olduğu görülmüş ve görüşme soruları deney gruplarına uygulanmak üzere hazır hale getirilmiştir.

3.1.3.1.2.1.2. Gözlem

Gözlem, herhangi bir ortamda ya da kurumda oluşan davranışları ayrıntılı bir şekilde tanımlamak amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Clark ve ark., 2015). Gözlem süreci, araştırmacı tarafından not alınırken gözlemcinin mümkün olduğunca tanılayıcı olması ve gözlenen olguları kendi süzgecinden geçirerek yani yanlı bir şekilde yorumlamaması büyük önem taşımaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Creswell (2012), iyi bir nitel gözlemci olarak araştırmacı başlangıçta katılımcı olmayan, sonradan katılımcı olan ya da başlangıçta katılımcı sonrasında katılımcı olmayan şekilde gözlemi yürütebilir. Araştırmacı başlangıçta (dönemin ilk dersinde) dersin işleyişi ve teorik dersi, gerçek ve sanal deneylerin neler olduğunu kendisi anlatmıştır. Sonrasında sadece gözlemci rolü ile devam etmiştir.

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adayları, bir dönem boyunca iki defa ders anlatmışlardır. Gözlemci ise bu süreçte katılımcıların sınıf uygulamalarını, derste dikkat ettikleri aşamaları, deneylerin uygulama aşamalarını, sınıf içindeki tutumlarını ve zorlandıkları noktaları yazılı olarak not etmiştir. Gözlemler, Deney Grubu-I için

araştırmacı tarafından fen laboratuvar sınıfında yapılmıştır. Gözlemcinin notlarının katılımcıları ynlendirmemesi ve değerlendirme yapılmadığını bilmeleri açısından gözlemin neden yapıldığı açıklanmıştır. Bu yaklaşım, katılımcıların doğal ders anlatımlarının bozulmaması ve gözlem notlarının güvenirliliğinin sağlanması için tercih edilmiştir. Gözlem esnasında katılımcıların bilgisi dahilinde uygulama süresinde fotoğraflar alınmıştır (ekte verilmiştir). Creswell (2012), gözlem notlarının nitelikli olması için araştırmacının birkaç test gözlem oturumu ve gözlem notları alması gerekliğini belirtmiştir. Bu çerçevede araştırmacı, uygulama öncesinde sınıfın alışması için gözlem notları almış ve hazırlık fotoğrafları çekmiştir.

3.1.3.1.3. Durum çalışmasında geçerlik ve güvenirlik

Durum alışması belirli bir olay, birey ya da grubun derinlemesine incelenmesini amaçlayan nitel bir araştırma yöntemidir (Yıldırım ve şimşek, 2021). Bu yöntemde geçerlik, araştırmanın gerçeği ne ölçüde yansıtığını ifade eder. Durum çalışmasında özellikle i geçerlik ön plana çıkar; verilerin tutarlılığı, kaynak çeşitliliği (veri trianglasyonu) ve ayrıntılı bağlam açıklamaları geçerli sonuçlar elde etmeye katkı sağlar. Güvenirlik ise araştırma bulgularının tekrarlanabilirliğini ve başka araştırmacılar tarafından benzer sonuçlara ulaşılabilirliğini ifade eder. Durum çalışmasında güvenirliği artırmak için verilerin toplanma ve analiz süreçlerinin şeffaf biçimde raporlanması, araştırmacının öznelliğini kontrol etmesi önemlidir. Genelleme ise durum çalışmasının sınırlı örneklemeden elde edilen bilgilerin ne derece başka durumlara aktarılabilereği ile ilgilidir (Meriam, 2013). Genellikle durum çalışmalarında istatistiksel değil, analitik ya da kuramsal genelleme hedeflenir. Yani, elde edilen bulguların benzer özellikler taşıyan diğer bağlamlara ne ölçüde uygulanabileceği sorgulanır. Bu nedenle genellemeden çok derinlemesine anlayış ve bağlamsal yorumlama esastır. Yin (1992), araştırma deseninin niteliğinin artırılabilmesi için şu dört özelliğe bakılması gerektiğini belirtmiştir: *i*) yapı geçerliği, *ii*) i geçerlik, *iii*) dış geçerlik ve *iv*) güvenirlik. Meriam (2013), durum çalışmalarında geçerlik ve güvenirliği artırmak için önerdiği stratejiler Tablo 3.21’de verilmiştir.

Tablo 3.22. Geçerlik ve Güvenirliği Artırma Stratejileri

Strateji	Açıklama
Üçleme	Birden fazla araştırmacının, veri kaynağı veya veri toplama yönteminin kullanarak ortaya çıkan bulguları doğrulaması.
Üye teyidi	Verileri ve geçici yorumları, elde edildikleri kişilere geri götürerek, bunların makul ve doğru olup olmadığını sormak.
Veri toplamada yeterli katılım	Verilerin “ <i>doyum</i> ” ulaşmasını sağlayacak şekilde veri toplama sürecine yeterli zaman ayırmak; bu süreç, çelişkili veya olumsuz örneklerin de araştırılmasını içerebilir.
Araştırmacının konumu veya yansıtıcılığı	Araştırmacının varsayımlar, dünya görüşü, önyargılar, teorik yönelim ve çalışmayla ilişkisi gibi araştırmayı etkileyebilecek unsurlar konusunda eleştirel öz-yansıtma yapması.
Uzman değerlendirmesi / incelemesi	Araştırma süreci, ortaya çıkan bulguların ham verilerle uyumu ve geçici yorumlar hakkında meslektaşlarla yapılan tartışmalar.
Denetim izleme kaydı	Çalışmanın yürütülmesinde kullanılan yöntemler, prosedürler ve karar noktalarının ayrıntılı kaydı.
Zengin ve ayrıntılı betimlemeler	Çalışmayı bağlam içine yerleştirecek kadar ayrıntılı betimleme sağlamak. Böylece okuyucular kendi durumlarının araştırma bağlamıyla ne ölçüde örtüştüğünü belirleyebilir ve bulguların aktarılabilir olup olmadığını değerlendirebilir.
Maksimum çeşitlilik	Örnekleme seçiminde kasıtlı olarak çeşitlilik veya farklılık aramak; böylece araştırma bulgularının, kullanıcılar tarafından daha geniş bir alanda uygulanabilmesine olanak sağlamak.

Nitel araştırmada geçerlik ve güvenilirlik önemlidir. Bu kavramlar araştırma bulgularının doğru, inandırıcı ve güvenilir olmasını sağlar. Geçerlik, araştırmanın gerçekten ölçmeyi amaçladığı kavramları ne kadar doğru yansıttığını gösterirken güvenilirlik, elde edilen verilerin tutarlı ve tekrarlanabilir olduğunu ifade eder. Bu iki unsur, araştırmanın bilimsel değerini artırır; bulguların başka bağlamlara aktarılabilirliğini ve uygulanabilirliğini güçlendirir ve okuyucuların araştırmaya olan güvenini sağlar.

3.1.3.1.3.1. Geçerlik

Geçerlik; bir testin ya da ölçme aracının, hedeflenen özelliği başka özelliklerle karıştırmadan ne derece doğru değerlendirdiğiyle ilgilidir (Büyüköztürk, 2009). Durum çalışmaları bağlamında geçerlik ise araştırmacının incelediği konuyu olabildiğince nesnel bir biçimde ve gerçekliğine sadık kalarak gözlemlemesiyle ilişkilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Ayrıca kullanılan ölçme aracının, hedef alınan durumu doğru ve anlamlı biçimde yakalaması da geçerlik açısından belirleyicidir. Bu doğrultuda toplanan verilerin gerçek durumu yansıtması, araştırmanın geçerliğini destekler.

3.1.3.1.3.1.1. Yapı geçerliği

Yapı geçerliği, durum çalışmaları bağlamında en çok eleştirilen yönlerden biridir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Araştırma sürecinde araştırmacının öznel yargılarını

çalışmaya yansıtma ihtimali, geçerlik açısından bir risk oluşturmaktadır. Ancak dikkatli biçimde planlanan ve sistematik olarak yürütülen bir durum çalışması, bu tür öznelliklerden arındırılabilir (Yin, 2003). Ayrıca birden fazla veri toplama yönteminin kullanılması, elde edilen bulgulara dayanak oluşturarak yapı geçerliğini artırmaktadır. Bu çalışmada yapı geçerliğinin sağlanması amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler, araştırmacı gözlem notları, üye teyidi ve uzman değerlendirmesi stratejileri kullanılmıştır.

3.1.3.1.3.1.2. İç geçerlik

Durum çalışmalarında iç geçerlik, çalışmada araştırılan değişkenler arasındaki ilişkilerin gerçekten var olup olmadığını göstermeye yöneliktir (Büyüköztürk, 2009). Örneğin, A ve B arasındaki ilişkiyi inceleyen bir araştırmacı için bulguların geçerliliği, ortaya koyduğu ilişkinin gerçeği ne ölçüde yansıttığı ile ilgilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu nedenle araştırmacının bulgularını açık ve şeffaf bir şekilde sunması önemlidir. Bu çalışmada iç geçerliği sağlamak amacıyla üye teyidi stratejisi kullanılmıştır (Meriam, 2013). Deney Grubu-I ve Deney Grubu-II katılımcılarıyla yapılan yapılandırılmış görüşmeler sırasında, araştırmacı ses kayıtlarının yanı sıra gözlem notları da almıştır. Bu notlar, ön yorumlamaları içermekte olup katılımcılara yorumların doğruluğu sorularak bulguların geçerliliği teyit edilmiştir. Bu strateji ile araştırmadan elde edilen bulguların iç geçerliği sağlanması amaçlanmıştır. Ek olarak nitel bulguların bir uzman eşliğinde değerlendirilme ve kontrol edilme sürecine tabi tutulması ile bulgularla gerçeğin yansıtılması amaçlanmıştır. Elde edilen kodlar ve kategoriler gözlemci notları ayrı bir değerlendirici ile tekrar kontrol edilmiştir.

3.1.3.1.3.1.3. Dış geçerlik

Dış geçerlik; bir araştırmada elde edilen bulguların, farklı zaman, mekân, birey ya da gruplara ne derece aktarılabileceğiyle yani bulguların genellenebilirliğiyle ilgilidir (Büyüköztürk, 2009). Bu kavram, özellikle nicel araştırmalarda önemli bir ölçüt olarak değerlendirilirken nitel araştırmalarda, özellikle de durum çalışmalarında, farklı bir yaklaşımla ele alınır. Durum çalışmaları, bağlama özgü ve derinlemesine veri toplamaya dayandığı için elde edilen sonuçlar genellikle yalnızca incelenen örnekleme ya da bağlama özgüdür (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu nedenle istatistiksel anlamda genelleme yapmak, bu tür çalışmalar için uygun görülmez. Yani durum çalışmasında ulaşılan bulgular, yalnızca örneklemin ait olduğu evren veya benzer özellikler taşıyan durumlarla sınırlı kalır. Patton (2018), nitel araştırmaların temel amacının genelleme yapmak

olmadığını, bunun yerine belirli bir bağlamı derinlemesine anlamak ve olguları kendi bütünlüğü içinde açıklamak olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte bağlamın detaylı biçimde tanımlanması, veri kaynaklarında çeşitliliğe gidilmesi ve elde edilen bulguların kuramsal temellerle ilişkilendirilmesi, analitik genelleme yapılmasına olanak tanır. Bu çalışmada dış geçerliğin sağlanması amacıyla araştırma örnekleme, veri toplama süreci, verilerin analizi detaylı bir şekilde aktarılmıştır.

3.1.3.1.3.2. Güvenirlik

Güvenirlik, bir araştırmanın tekrarlanabilirliğini ve elde edilen sonuçların başka araştırmacılar tarafından aynı koşullarda benzer biçimde elde edilip edilemeyeceğini ifade eder (Yin, 2003). Başka bir deyişle güvenilirlik, çalışmanın tutarlılığını ve araştırmacı öznelliğinden arındırılma derecesini ortaya koyar. Eğer bir çalışma, başka bir araştırmacı tarafından aynı yöntemlerle tekrarlandığında benzer sonuçlara ulaşıyorsa o çalışmanın güvenilir olduğu kabul edilir (Meriam, 2013). Bu durum, araştırmacı yanlılığının azaltılması ve hata payının en aza indirilmesi açısından önemlidir. Özellikle nitel araştırmalarda, güvenilirliği sağlamak için sürecin ayrıntılı ve şeffaf bir şekilde raporlanması gerekir. Durum çalışmaları bağlamında bu, araştırmanın planlanmasından veri toplama ve analiz aşamalarına kadar her adımın açıkça belgelenmesi ve gerekçelendirilmesini içerir. Araştırmacının veri toplama sürecinde kullandığı araçlar, kaynaklar, katılımcı özellikleri ve analiz stratejileri açık bir şekilde sunulmalı; ayrıca çalışmanın ilgili dokümanlar, gözlem notları, ses kayıtları ve transkriptlerle desteklenmesi sağlanmalıdır. Bu tür ayrıntılı belgeleme hem güvenilirliği artırır hem de başka araştırmacıların çalışmayı değerlendirmesini ve gerektiğinde benzer koşullarda tekrar etmesini mümkün kılar. Bu çalışmada, geliştirilen ölçme araçlarının veri toplama süreci, deneysel çalışmada kullanılan grupların demografik özellikleri, elde edilen sonuçların analiz süreci detaylı olarak aktarılmıştır. Bu süreç şeffaf bir şekilde yürütülerek güvenilirliğin sağlanması amaçlanmıştır.

3.1.3.1.4. Araştırma süreci ve verilerin elde edilmesi

Bu çalışma, teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarının kuvvet ve hareket konusundaki kavramsa yanılgılarına etkisini ve özyeterlik gelişimlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu çerçevede çalışma, 2024 yılı güz döneminde başlamıştır. Araştırmanın nicel kısmında iki Deney ve bir Kontrol Grubu yer almaktadır. Çalışma grupları, ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Deney Grubu-I, araştırmacı tarafından

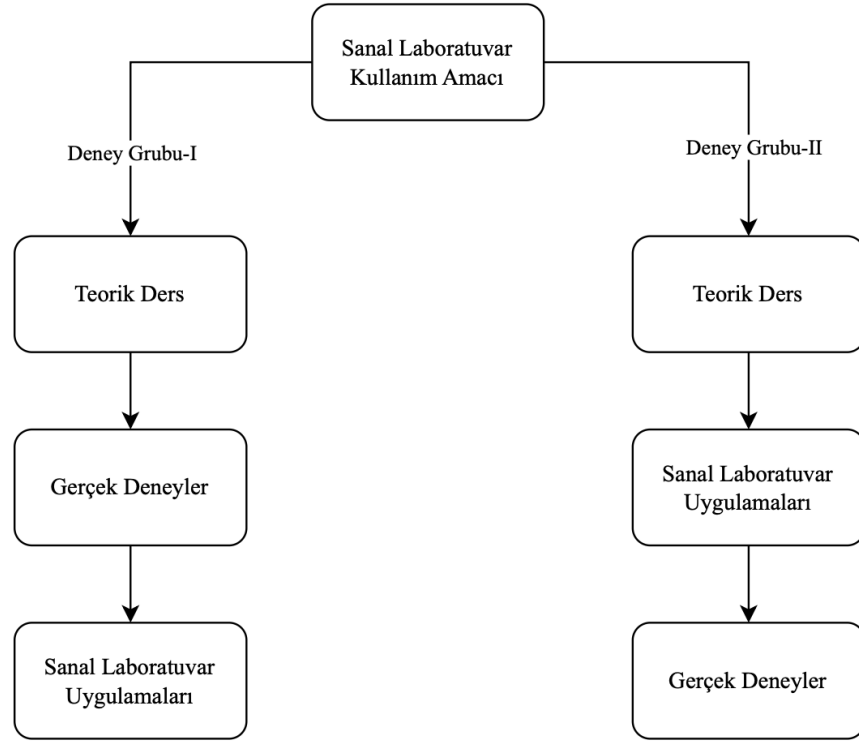
deneySEL sÜrecin yÖnetildiği KırŞehir Ahi Evran ÜNiversitesinden; Deney Grubu-II, başka bir araştırmacı tarafından yÜrÜtÜlen, Kırıkkale ÜNiversitesinden ve Kontrol Grubu ise aynı bölgede yer alan Aksaray ÜNiversitesinden oluşmaktadır. Bu bölgede yer alan katılımcılar, benzer demografik ve sosyokÜltÜrel özelliklere sahiptir (Kızıltepe, 2020). Deney grupları bir dÖnem boyunca Fen ÖĞretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersinden kuvvet ve hareket konularına yÖnelik sanal laboratuvar destekli bir sÜreç yÜrÜtmüşlerdir. Kontrol Grubu ise YÖK kur tanımı ile devam etmişlerdir. Deney gruplarında araştırma öncesi katılımcılara detaylı bilgi verilmiş, çalışmanın doğası anlatılmıştır. Her iki deney grubunun da kullanabileceği fen laboratuvarı bulunmaktadır. Katılımcılar, benzer şekilde bir saat teorik ve iki saat uygulama olarak sÜreci yÜrÜtmüşlerdir. Her iki grupta da katılımcılar, grup çalışması yÜrÜtmüşlerdir.



Şekil 3.6. Uygulama sÜrecine ilişkin örnek gÖrseller

Deney Grubu-I' de, kuvvet ve hareket konusuna yÖnelik ders sÜreci etkileşimli bir şekilde yÜrÜtÜlmüş; bu sÜrecin hemen ardından ise gerçEK laboratuvar ortamında deneyler gerçEKleştirilmiştir. Bu aşamada ÖĞretmen adayları, Önceden belirledikleri deney setlerini gerçEK araç-gereçlerle uygulamışlardır. GerçEK deneylerin tamamlanmasından sonra, aynı deneyler sanal laboratuvar ortamında tekrar edilmiştir.

Deney Grubu-II' de ise sÜreç deneylerin sıralaması farklı olacak şekilde yÜrÜtÜlmüştür. Bu sÜreçte ÖĞretmen adayları teorik dersi işlemiş, ardından sanal laboratuvar uygulamaları ile teorik derse yÖnelik deneyler gerçEKleştirmiş ve ardından gerçEK deneyleri yÜrÜtmüşlerdir.



Şekil 3.7. Uygulama süreci adımları

Çalışma gruplarında, güz dönemi başladıktan sonra ön testler toplanmış ve katılımcıların kuvvet ve hareket konusundaki bilgi düzeyleri ölçülmüştür. Uygulamaların tamamlanmasının ardından son testler uygulanmış ve bu sonuçlara göre nitel görüşmeler için katılımcılar seçilmiştir. Her ölçme aracında alt ve üst gruptan ikişer katılımcı belirlenmiş olup Deney Grubu-I'den 8, Deney Grubu-II'den 8 katılımcı görüşmelere dahil edilmiştir. Görüşmeler 25–35 dakika arasında sürmüş, katılımcıların izni alınarak ses kaydına alınmıştır. Araştırmacı tarafından görüşmeler transkript edilmiş ve elle bilgisayar ortamına aktarılmıştır (Creswell, 2012). Görüşmeler, nicel ölçme araçlarının uygulanmasını takiben katılımcıların kendilerini rahat hissedebileceği sessiz ve uygun bir ortamda yürütülmüştür. Katılımcılara veri toplama sürecinin amacı, gizlilik ve gönüllülük esasları detaylı olarak aktarılmıştır. Görüşmeler, yarı yapılandırılmış sorular kullanılarak katılımcıların deneyim, görüş ve algılarını derinlemesine anlamaya yönelik gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın Kontrol Grubuna ise hiçbir müdahalede bulunulmamıştır. Kontrol grubu, YÖK Kur tanımında belirtilen içerikler kapsamında öğrenim sürecine devam etmiştir.

3.1.3.1.5. Verilerin analizi

Nicel ve nitel veri analizine yönelik olarak bu bölümde izlenen yöntemsel süreç kapsamlı biçimde ele alınmıştır. Nitel çalışmada bulguların oluşturulmasında, katılımcıların gerçek isimlerine yer verilmemiştir. Bunun yerine kadın ve erkek katılımcı sayısı korunarak isimler çalışma grubunda yer almayan isimlerle değiştirilmiştir.

3.1.3.1.5.1. Nicel verilerin analizi

Araştırma, deneysel olarak yürütülmüştür. Bu süreçte deney ve Kontrol Grubu katılımcılarına çalışmanın detaylarından bahsedilmiştir. Hem ön testler hem de son testler araştırmacı tarafından yüz yüze, kağıt kalem kullanılarak toplanmıştır. Kullanılan iki ölçme aracı, farklı zaman dilimlerinde uygulanmıştır. Örneğin, likert tipi ölçme aracı öğleden önce esnek bir zaman diliminde, kavram yanılığası tanı testi ise öğleden sonra esnek bir zaman diliminde toplanmıştır. Bu, katılımcıların peş peşe birden çok ölçme aracına maruz kalmamaları için izlenen bir yoldur. Deneysel süreç sonrasında tekrar toplanan veriler, her bir öğrenci için kendi grubu içerisinde kodlanmıştır. Örneğin Deney Grubu-I'in ilk katılımcısı için *DI_1* şeklinde ID oluşturulmuştur bu ön test ve son testteki aynı katılımcının eşlenmesi için yapılmıştır. Ön testler son testler araştırmacı tarafından kontrol edilmiştir. Son testte ya da son testlerde bulunmayan katılımcılar ve dersi alttan alan katılımcılar veri setinden çıkartılmıştır. Deney Grubu-I ve Deney Grubu-II'de benzer durumda olan katılımcılar tespit edilmiş ve çıkartılmıştır. Veriler SPSS 30 programı ile analiz edilmiştir. Nicel veriler, betimsel ve çıkarımsal istatistik teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Öncelikle verilerin merkezi eğilim ölçüleri (ortalama, medyan, mod) ve yayılma ölçüleri (standart sapma, varyans) hesaplanmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk normallik testleri uygulanmıştır. Shapiro-Wilk testi 30 ve altı örneklem gruplarında uygulanması gerektiği belirtilmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu çalışmada, Deney Grubu I (n=19), Deney Grubu II (n=24) ve Kontrol Grubu (n=25)'nda örneklem 30'un altında olduğundan Shapiro-Wilk değeri referans alınmıştır. Tablo 3.22'de Deney Grubu I'e ait ön test ve son testlerinin normallik değerleri verilmiştir.

Tablo 3.23. Deney Grubu-I'in Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Normallik Analizleri

Boyut	Grup	Çarpıklık _k	Basıklık _k	Mod	Medyan	\bar{x}	Ss	Shapiro-Wilk	
								p	Z
TFÖSB	Ön test	-0.449	-0.617	5.93	5.786	5.575	0.900	0.186	0.932
	Son test	-0.737	1.404	6.00	6.071	6.083	0.462	0.398	0.950
TFÖÖ	Ön test	-0.310	-0.183	4.94	5.340	5.285	0.670	0.560	0.959
	Son test	-0.611	0.068	6.00	5.875	5.822	0.441	0.853	0.974
TFÖY	Ön test	0.692	0.024	5.37	5.000	5.568	0.517	0.293	0.943
	Son test	-0.388	-0.432	5.80	5.933	5.944	0.381	0.664	0.965

TFÖSB: Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi

TFÖÖ: Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliliği

TFÖY: Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik

Tablo 3.22 incelendiğinde Deney Grubu-I'e ait ön test ve son test sonuçlarında Shapiro-Wilk normallik testi değerlerinin anlamlı olmadığı görülmektedir ($p > .05$). Bu durum, verilerin normal dağılıma uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca aritmetik ortalama, medyan ve mod değerlerinin birbirine oldukça yakın olması, dağılımın simetrik ve normal olduğunu destekleyen bir diğer bulgudur. Bunun yanı sıra, çarpıklık ve basıklık değerlerinin ± 1.5 aralığında yer alması da verilerin normal dağılım varsayımını karşıladığını göstermektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde Deney Grubu I'in hem ön test hem de son test verilerinin normal dağılım gösterdiği sonucuna ulaşılabilir. Deney Grubu-II'nin ön test ve son test sonuçlarına ilişkin normallik analiz sonuçları Tablo 3.23'te verilmiştir.

Tablo 3.24. Deney Grubu-II'nin Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Normallik Analizleri

Boyut	Grup	Çarpıklık	Basıklık	Mod	Medyan	\bar{x}	Ss	Shapiro-Wilk	
								p	Z
TFÖSB	Ön test	-0.148	-0.675	5.641	5.714	5.765	0.471	0.566	0.966
	Son test	-0.424	-0.764	5.732	5.964	5.970	0.612	0.209	0.945
TFÖÖ	Ön test	-0.516	-0.599	5.136	5.719	5.526	0.656	0.211	0.945
	Son test	0.215	-0.383	5.313	5.406	5.458	0.683	0.798	0.975
TFÖY	Ön test	-0.427	-0.546	5.866	5.750	5.638	0.480	0.424	0.959
	Son test	-0.219	-0.408	5.930	5.767	5.697	0.616	0.799	0.975

TFÖSB: Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi

TFÖÖ: Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliliği

TFÖY: Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik

Tablo 3.23 incelendiğinde Deney Grubu-II'nin ön test ve son test sonuçlarında Shapiro-Wilk testi istatistiklerinin anlamlı olmadığı ($p > 0.05$) görülmektedir. Bu durum, söz konusu verilerin normal dağılım varsayımını sağladığını göstermektedir. Ek olarak ortalama, medyan ve mod gibi merkezi eğilim ölçülerinin birbirine oldukça yakın olması; dağılımın simetrik olduğunu ve normal dağılım özellikleri taşıdığını desteklemektedir.

Ayrıca, çarpıklık ve basıklık katsayılarının ± 1.5 sınırları içinde kalması da verilerin normal dağıldığını teyit etmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu veriler doğrultusunda Deney Grubu-II'nin hem ön test hem de son test puanlarının normal dağılım gösterdiği söylenebilir. Kontrol Grubunun Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Normallik Analizleri Tablo 3.24'te verilmiştir.

Tablo 3.25. Kontrol Grubunun Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Normallik Analizleri

Boyut	Grup	Çarpıklık	Basıklık	Mod	Medyan	\bar{x}	Ss	Shapiro-Wilk	
								P	Z
TFÖSB	Ön test	-0.730	0.753	5.642	5.643	5.669	0.728	0.354	0.957
	Son test	-0.183	-1.006	5.140	6.000	5.834	0.621	0.350	0.957
TFÖÖ	Ön test	-0.792	0.126	5.500	5.500	5.290	0.768	0.113	0.935
	Son test	-0.615	0.163	5.690	5.688	5.640	0.448	0.268	0.951
TFÖY	Ön test	-0.864	0.864	5.433	5.600	5.467	0.619	0.120	0.936
	Son test	-0.528	-0.375	5.330	5.800	5.730	0.389	0.245	0.950

TFÖSB: Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi

TFÖÖ: Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliliği

TFÖY: Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik

Tablo 3.24 incelendiğinde Kontrol Grubu'nun ön test ve son test sonuçlarında Shapiro-Wilk normallik testi değerlerinin anlamlı olmadığı ($p > 0.05$) belirlenmiştir. Bu da verilerin normal dağılım gösterdiğine işaret etmektedir. Ortalama, medyan ve mod değerlerinin birbirine yakın olması; dağılımın simetrik yapısını desteklemektedir. Ayrıca, çarpıklık ve basıklık ölçümlerinin ± 1.5 aralığında kalması; verilerin normal dağılım varsayımına uygun olduğunu ortaya koymaktadır (Tabachnick ve Fidell, 2013). Tüm bu göstergeler, Kontrol Grubu'nun ön test ve son test puanlarının normal dağılım özelliği taşıdığını doğrulamaktadır.

Analiz sonrasında betimsel verilerin yorumlanmasında aritmetik ortalama, standart sapma ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. İki grup arasındaki farkları test etmek amacıyla bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. t testi sonuçlarının anlamlı çıkması durumunda ise Cohen'd etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Ayrıca değişkenler arasındaki ilişki düzeyini belirlemek amacıyla Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Gruplar arasında karşılaştırma yapılması için ise ön test ve son testlerinde ANOVA analizi kullanılmıştır. Betimsel verilerin yorumlanmasında ise tablo de verilen ranj aralıkları kullanılmıştır.

Tablo 3.26. 7'li Likert Ölçme Aracına Ait Ranj Aralıkları

Değer	Seçenek	Ranj Aralığı
1	Kesinlikle katılmıyorum	1.000 – 1.860
2	Katılmıyorum	1.870 – 2.720
3	Kısmen katılmıyorum	2.730 – 3.580
4	Kararsızım	3.590 – 4.440
5	Kısmen katılıyorum	4.450 – 5.300
6	Katılıyorum	5.310 – 6.160
7	Kesinlikle katılıyorum	6.170 – 7.000

Tablo 3.25 incelendiğinde 7'li likert ölçeğine göre her bir puan aralığının belirli bir tepki düzeyini temsil ettiği görülmektedir. Ranj hesaplamasına göre her bir yanıt seçeneği yaklaşık 0.86 puanlık bir aralığı kapsamaktadır. Bu dağılım, katılımcıların tutumlarını daha hassas ve ayrıntılı biçimde değerlendirme olanağı sunmaktadır. Örneğin, 6.17 ile 7.00 puanları arasında yer alan yanıtlar "Kesinlikle Katılıyorum" düzeyine karşılık gelirken, 1.00 ile 1.86 aralığındaki puanlar "Kesinlikle Katılmıyorum" ifadesini yansıtmaktadır. Bu sistematik ayırım, analizlerde elde edilen ortalama puanların hangi yanıt düzeyine karşılık geldiğini anlamayı kolaylaştırmakta ve verilerin yorumlanabilirliğini artırmaktadır. Kavram yanlışlarının tespit edilebilmesi için, Tablo 3.26'da yer alan değerler kullanılmıştır.

Tablo 3.27. Dört Aşamalı Testte Verilen Kararların Karşılaştırılması

Aşama 1	Aşama 2	Aşama 3	Aşama 4	Karar
Doğru	Emin	Doğru	Emin	Bilimsel Bilgi
Doğru	Emin	Yanlış	Emin	Yanlış Pozitif
Yanlış	Emin	Doğru	Emin	Yanlış Bilgi
Yanlış	Emin	Yanlış	Emin	Kavram Yanılgısı
Doğru	Emin	Doğru	Emin değilim	Bilgi Eksikliği
Doğru	Emin değilim	Doğru	Emin	Bilgi Eksikliği
Doğru	Emin değilim	Doğru	Emin değilim	Bilgi Eksikliği
Doğru	Eminim	Yanlış	Emin değilim	Bilgi Eksikliği
Doğru	Emin değilim	Yanlış	Emin	Bilgi Eksikliği
Doğru	Emin değilim	Yanlış	Emin değilim	Bilgi Eksikliği
Yanlış	Eminim	Doğru	Emin değilim	Bilgi Eksikliği
Yanlış	Emin değilim	Doğru	Emin	Bilgi Eksikliği
Yanlış	Emin değilim	Doğru	Emin değilim	Bilgi Eksikliği
Yanlış	Eminim	Yanlış	Emin değilim	Bilgi Eksikliği
Yanlış	Emin değilim	Yanlış	Emin	Bilgi Eksikliği
Yanlış	Emin değilim	Yanlış	Emin değilim	Bilgi Eksikliği

Tablo 3.26 incelendiğinde öğrencilerin bir kavram yanılgısına sahip olmaları için testin birinci ve üçüncü basamaklarında yanlış cevap vermeleri, ikinci ve dördüncü basamaklarda ise bu yanlış cevaplardan emin olmaları gerekmektedir. Bu durum, kavram yanlışlarının doğasından kaynaklanmaktadır (Taban ve Kıray, 2022). Kavram yanlışları, bireylerin yanlış bilgilerini doğru zannetmeleri şeklinde tanımlanabilir. Öğrencinin yanlış cevabından emin olması, bunun bir bilgi eksikliği değil; bir kavram

yanılgısı olduğunu gösterir (Kaltakçı Gürel ve ark., 2015). Eğer öğrenciler, güven düzeyi basamaklarının birinden ya da her ikisinden emin değilse bu yanlış cevap 'bilgi eksikliği' olarak değerlendirilir. Kavram yanılgılarının ayırt edici özelliği, yanlış bilginin doğru olduğuna dair kesin bir inanç taşımasıdır. Öğrenciler, yanlış cevaplarının doğruluğundan emin değillerse bu, bilgi kavram yanılgısı olarak kabul edilemez. Çalışmada, deney grubunun uygulama öncesi ve sonrası kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla uygulanan kavram yanılgısı testinden elde edilen ön test ve son test puanlarının grup içi karşılaştırması yapılmıştır. Kavram yanılgılarının sayısal verilere dökülmesinde ise Taban ve Kıray (2021) tarafından Tablo 3. 26'da belirlenen karar düzeyleri kullanılmıştır. Bu aşamada her bir katılımcının her bir aşamaya vermiş oldukları cevaplar, excel programında 0-1 olarak kodlanmıştır. Örneğin bir katılımcı, 1. aşamaya yanlış cevap vermiş ise 0 puan; doğru cevap vermiş ise 1 puan olarak kodlanmıştır. Bu şekilde her katılımcının her bir aşamaya vermiş olduğu cevaplar listelenmiştir. Eğer katılımcının 1. soruya vermiş olduğu yanıtlar, 1. aşama = 0; 2. aşama = 1; 3. aşama= 0 ve 4. aşama =1 ise katılımcı kavram yanılgısına sahip olarak kodlanmıştır. Bu aşamada Şekil 3.8'de verilen excel algoritması kullanılmıştır.

	A	B	C	D	E	F
1	ID	Soru 3.1	3.2	3.3	3.4	
2	101	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
3	102	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
4	103	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
5	104	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00
6	105	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
7	106	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	107	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00
9	108	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00
10	109	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	110	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
12	111	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
13	112	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
14	113	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
15	114	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
16	115	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00

Şekil 3.8. Kavram yanılgısı belirleme adımı

Verilerin excel programında işlenmesi için kavram yanılgısına sahip olan katılımcılara 1, kavram yanılgısına sahip olmayan katılımcılara ise 0 değeri atanmıştır. Bu karşılaştırma için parametrik olmayan bir test olan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi tercih edilmiştir. Söz konusu test, eşleştirilmiş iki ölçüm arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.

3.1.3.1.5.2. Nitel verilerin analizi

Nitel veriler için Deney Grubu-I (n=8) ve Deney Grubu II (n=8) olmak üzere toplamda 16 katılımcı ile görüşmeler yapılmıştır. Bu çalışmada elde edilen veriler, MAXQDA yazılımı kullanılarak nitel içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. İçerik analizi, katılımcıların görüşlerinden ortaya çıkan anlamlı kodları sistematik bir şekilde ortaya koymayı amaçlar. Ses kayıtlarının transkribi araştırmacı tarafında bilgisayar ortamına aktarılmış, satır satır okunmuş ve verilerden açık kodlar türetilmiştir. Kodlama sürecinde, tekrar eden ve çarpıcı olan kavramlar ile araştırma sorularını doğrudan yanıtlayan ifadeler özel önem verilmiştir. Kodlama sürecinin ardından, anlam bakımından benzer kodlar bir araya getirilerek üst kategori oluşturulmuştur. Bu aşamada tümevarımsal bir strateji izlenmiştir. Kategoriler, kodlar sonrasında araştırma bağlamına göre oluşturulmuştur. Böylece katılımcıların deneyimlerini ve düşüncelerini yansıtan bütünsel bir yapı oluşturulmuştur. İçerik analizinin güvenilirliğini sağlamak amacıyla kodlama süreci birkaç kez gözden geçirilmiş ve kodlar arasındaki tutarlılık kontrol edilmiştir. Bu aşamada Deney Grubu-I için başlangıçta 738 kod ortaya çıkmıştır. Benzer kodların birleştirilmesi, yinelenen ifadelerin elenmesi ve içerik açısından yakın anlamlı kodların gruplanması ve çıkartılması sonucunda kod sayısı 420'e düşürülmüştür. Araştırmacı tarafından incelenen kodlar, benzer kodlar ile birleştirilmiştir. Örneğin, “Gerçek deneyde ölçüm hataları yaşama” kodu “Ölçüm hataları” kodları ile programda birleştirilmiştir. Bu aşamada silinen kod altındaki ifadelerin frekansları yeni koda aktarılmıştır. Benzer şekilde Deney Grubu II için ise 256 kod ile son haline getirilmiştir. Ayrıca, bulguları iletmek için bazı doğrudan alıntılara yer verilmiş ve yorumların katılımcı ifadeleriyle desteklendiğinden emin olunmuştur. Böylece araştırma, yalnızca sayısal sıklık verilerine değil; aynı zamanda anlam derinliğine de dayandırılmıştır. Sonuç olarak içerik analizi, çalışmanın temel kategorilerini ortaya koymuş ve katılımcıların deneyimlerinin bütünsel bir şekilde anlaşılmasını sağlamıştır. Kategorilerin ortaya çıkmasında, benzer çalışmalardan/araştırmalardan faydalanılmıştır (Aki ve Çevik, 2025; Brown ve Melear, 2007; Gürdoğan, 2020; Kabataş Memiş ve ark., 2022; Kennedy-Clark, 2021; Koca ve Kızılay, 2024; Perez-Flores, 2023; Saraç ve Özarslan, 2017; Singh-Pillay, 2024; Yeşiloğlu ve ark., 2021; Tunç-Pekkan ve ark., 2023). Bu yaklaşım, çalışmanın bulgularını daha şeffaf, geçerli ve güvenilir kılarken nitel verilerin zenginliğini de ortaya koymuştur. Kod ve kategoriler belirlenirken analiz süreci, uzman eşliğinde yürütülmüştür.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma kapsamında kullanılan nitel ve nicel ölçme araçlarından elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bulgular, araştırma sorularına yanıt verecek şekilde tablolar hâlinde düzenlenmiş; her tabloya ilişkin ayrıntılı değerlendirmeler açıklayıcı bir biçimde sunulmuştur. Ayrıca tabloların yanında verilen yorumlarla verilerin anlamlandırılması sağlanmış ve araştırmanın genel amaçlarıyla ilişkilendirilmiştir.

4.1. Deney ve Kontrol Grubuna Yönelik Nicel Bulgular

Bu bölümde, teknoloji destekli fen öğretimine ilişkin yeterlik inançları ile kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarını belirlemeye ve gidermeye yönelik elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bulgular, Deney Grubu-I, Deney Grubu-II ve Kontrol Grubu için yapılan analizler doğrultusunda aşağıda sunulmuştur.

4.2. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerine Yönelik Bulgular

Deney ve Kontrol Gruplarının teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarına ait bulgular aşağıda detaylı olarak ele alınmıştır.

4.2.1. Deney Grubu-I'e yönelik bulgular

Bu bölümde, Deney Grubu-I'e uygulanan teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançları ölçeğinden elde edilen ön test ve son test verilerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Katılımcılara uygulama öncesi ve sonrası ölçümler yapılmış, elde edilen veriler betimsel bağımlı örneklem t-testi ve pearson korelasyon ile analiz edilmiştir. Deney Grubu-I'in teknoloji destekli fen öğretiminde yeterlik inançlarının ön test ve son testlerine ilişkin betimsel analiz sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Deney Grubu-I'in Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları

Faktör	Grup	\bar{x}	Ss	Düzye
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	Ön test	5.575	0.900	Katılıyorum
	Son test	6.083	0.462	Katılıyorum
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Ön test	5.285	0.669	Katılıyorum
	Son test	5.822	0.441	Katılıyorum
Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik	Ön test	5.568	0.517	Katılıyorum
	Son test	5.944	0.381	Katılıyorum

Tablo 4.1 incelendiğinde ölçme aracı genelinde ve alt faktörlerde (teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi si ve teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği) son test puan ortalamalarının, ön test puan ortalamalarına göre arttığı görülmektedir. Bu durum, Deney Grubu-I'in teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarında olumlu bir gelişme olduğunu

göstermektedir. Katılımcıların teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi alt faktörüne ilişkin ön test puan ortalaması ($\bar{X} = 5.575$) “Katılıyorum” düzeyinde iken son test puan ortalaması ($\bar{X} = 6.083$) yine “Katılıyorum” düzeyinde ancak daha yüksek bir düzeyde gerçekleşmiştir. Benzer şekilde, teknoloji ile fen öğretimi özyeterliliği alt faktöründe de aritmetik olarak bir artış görülmüştür. Ön test puan ortalaması ($\bar{X} = 5.285$) “Katılıyorum” düzeyinde iken son test ortalaması ($\bar{X} = 5.822$) yine “Katılıyorum” düzeyindedir. Ölçme aracı genelinde ise ön testteki ortalama ($\bar{X} = 5.568$) ile son testteki ortalama ($\bar{X} = 5.944$) arasında aritmetik olarak bir artış olduğu ancak her iki inancın da “Katılıyorum” düzeyinde olduğu görülmektedir. Deney Grubu-I’in teknoloji destekli fen öğretiminde özyeterlik ön test ve son testlerine ilişkin t-testi analiz sonuçları tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Deney Grubu-I’in Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön test ve Son Testlerine İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları

Faktör	Grup	\bar{x}	Ss	p	t	Cohen'd
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	Ön test	5.575	0.900	0.046	-2.145	0.710
	Son test	6.083	0.462			
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliliği	Ön test	5.285	0.670	0.007	-3.027	0.947
	Son test	5.822	0.441			
Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik	Ön test	5.568	0.517	0.028	-2.387	0.828
	Son test	5.944	0.381			

p < 0.05 için anlamlı değer.

Tablo 4.2 incelendiğinde Deney Grubu-I’in ön test ve son test puanları arasında hem ölçme aracı geneli hem de alt faktörlerinde anlamlı farkların olduğu görülmektedir. Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi faktöründe ön test ve son test ortalamaları arasında aritmetik olarak farkın olduğu ($\bar{X}_{\text{ön test}} = 5.575$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 6.083$) ve bu farkında istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($t = -2.145$; $p < .05$). Bu fark ilişkin Cohen’ d etki büyüklüğü hesaplanmış ve orta düzeyde etkiye sahip olduğu görülmüştür ($d = 0.710$). Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliliği faktöründe ön test ve son test ortalamaları arasında aritmetik olarak farkın olduğu ($\bar{X}_{\text{ön test}} = 5.285$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 5.822$) ve bu farkında istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($t = -3.027$; $p < .05$). bu fark ilişkin Cohen’ d etki büyüklüğü hesaplanmış ve yüksek düzeyde etkiye sahip olduğu görülmüştür ($d = 0.947$). Ölçme aracına yönelik genel yeterlikler incelendiğinde ise ön test ve son test ortalamaları arasında aritmetik olarak farkın olduğu ($\bar{X}_{\text{ön test}} = 5.568$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 5.944$) ve bu farkında istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($t = -2.387$; $p < .05$). bu fark ilişkin Cohen’ d etki büyüklüğü hesaplanmış ve yüksek düzeyde etkiye sahip olduğu görülmüştür ($d = 0.828$). Deney Grubu-I’in ön testlerine ilişkin korelasyon analiz sonuçları Tablo 4.3’te verilmiştir.

Tablo 4.3. Deney Grubu-I'in Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön Testlerine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

	Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç r Beklentisi	-0.252	0.731**
Teknoloji ile Fen Öğretimi r Özyeterliği		0.303

p <0.05 için anlamlı değer.

Tablo 4.3'te ön testlere yönelik korelasyonel analiz sonucu incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ile teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktörleri arasında negatif yönde, düşük düzeyde bir ilişki olduğu ancak bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($r = -0.252$; $p > 0.05$). Alt faktörlerle ölçme aracı geneli arasındaki ilişkilere bakıldığında teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ile teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğu görülmüştür ($r = -0.731$; $p < 0.05$). Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisine yönelik inançlar ne kadar yüksek olursa genel özyeterlikler de o kadar yüksek olacaktır. Öte yandan, teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği ile teknoloji ile fen öğretimi yeterlik arasında düşük düzeyde, pozitif yönde bir ilişki olduğu ancak bu ilişkinin de istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($r = 0.303$; $p > 0.05$). Deney Grubu-I'in son testlerine ilişkin korelasyon analiz sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Deney Grubu-I'in Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Son Testlerine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

	Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç r Beklentisi	0.427*	0.829**
Teknoloji ile Fen Öğretimi r Özyeterliği		0.859**

p <0.05 için anlamlı değer.

Tablo 4.4'te son testlere yönelik yapılan korelasyon analizine göre teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ile teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktörleri arasında pozitif yönlü, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($r = 0.427$; $p < 0.05$). Ayrıca teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ile teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri arasında pozitif yönlü, yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r = 0.829$; $p < 0.05$). Benzer şekilde teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktörü ile teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri arasında da pozitif yönlü, yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($r =$

0.859; $p < 0.05$). Bu bulgular, son test verileri temelinde ölçme aracının alt faktörleri ile genel düzeyde yeterliğin birbirini yordayabilecek nitelikte olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle öğretmen adaylarının teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi arttıkça hem teknoloji ile fen öğretimi özyeterliliğinin hem de teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin de artacağı söylenebilir. Aynı şekilde teknoloji ile fen öğretimi özyeterlik inancı yüksek olan bireylerin, teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançlarının da yüksek düzeyde olduğu görülmektedir.

4.2.2. Deney Grubu-II'ye yönelik bulgular

Bu bölümde, Deney Grubu-II'ye uygulanan teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inançları ölçeğinden elde edilen ön test ve son test verilerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Katılımcılara uygulama öncesi ve sonrası ölçümler yapılmış; elde edilen veriler betimsel, bağımlı örneklem t-testi ve pearson korelasyon ile analiz edilmiştir. Deney Grubu-II'nin teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin ön test ve son testlerine ilişkin betimsel analiz sonuçları Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Deney Grubu-II'nin Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları

Faktör	Grup	\bar{x}	Ss	Düzyey
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	Ön test	5.765	0.471	Katılıyorum
	Son test	5.970	0.612	Katılıyorum
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliliği	Ön test	5.526	0.656	Katılıyorum
	Son test	5.458	0.683	Katılıyorum
Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlikleri	Ön test	5.638	0.480	Katılıyorum
	Son test	5.697	0.616	Katılıyorum

Tablo 4.5 incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin son test puanları lehine fark olduğu görülmektedir. Ancak bu fark katılımcıların inanç düzeylerinde bir değişime neden olmamıştır. Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi faktöründe ön testlerinde “Katılıyorum” düzeyinde bir inanca sahipken ($\bar{X} = 5.765$) son testlerinde de “Katılıyorum” düzeyinde bir inanca sahip oldukları görülmektedir ($\bar{X} = 5.970$). Benzer şekilde teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin ön testlerinde “Katılıyorum” düzeyinde bir inanca sahipken ($\bar{x} = 5.638$) son testlerinde de “Katılıyorum” düzeyinde bir inanca sahip oldukları görülmektedir ($\bar{x} = 5.697$). Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliliği faktöründe, diğer boyutların aksine ön testlerin lehine aritmetik olarak farkın olduğu görülmektedir. Ancak bu fark inanç düzeyinde bir değişikliğe neden olmamıştır. İnanç düzeyleri incelendiğinde ise ön testlerinde “Katılıyorum” düzeyinde bir inanca sahip oldukları ($\bar{X} = 5.526$) ve son

testlerinde de benzer şekilde “Katılıyorum” düzeyinde bir inanca sahip oldukları görülmektedir ($\bar{X} = 5.458$). Deney Grubu-II'nin teknoloji destekli fen öğretiminde yeterliklerin ön test ve son testlerine ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Deney Grubu-II'nin Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön test ve Son Testlerine İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları

Faktör	Grup	\bar{x}	Ss	p	t	Cohen'd
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	Ön test	5.764	0.471	0.154	-1.476	-
	Son test	5.970	0.612			
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Ön test	5.526	0.656	0.708	0.379	-
	Son test	5.458	0.684			
Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlikleri	Ön test	5.638	0.480	0.691	-0.403	-
	Son test	5.697	0.616			

Tablo 4.6 incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin son testlerin lehine aritmetik olarak fark olmasına rağmen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($\bar{X}_{\text{ön test}} = 5.638$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 5.970$; $p > 0.05$). Benzer şekilde teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi faktöründe ise son testlerin lehine aritmetik olarak farkın olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($\bar{X}_{\text{ön test}} = 5.764$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 5.970$; $p > 0.05$). Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği faktöründe ise ön testlerin lehine aritmetik olarak farkın olmasına rağmen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($\bar{X}_{\text{ön test}} = 5.526$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 5.697$; $p > 0.05$). Bu durum Deney Grubu-II'nin ön test ve son testlerinde istatistiksel olarak farkın olmadığını göstermektedir. Yapılan uygulamanın, bu grup üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmamıştır. Deney Grubu-II teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin ön testlerine yönelik korelasyon analiz sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Deney Grubu-II'nin Ön Testlerine Yönelik Pearson Korelasyon Analiz Sonuçları

	Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlikleri
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	0.386	0.740**
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği		0.906**

Tablo 4.7 incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri ve alt faktörler arasında korelasyonel ilişkilerin olduğu görülmektedir. Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonel ilişkinin olduğu görülmektedir ($r = 0.740$; $p < 0.05$). Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği ve teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri

arasında pozitif yönde yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyonel ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=0.906$; $p<0.05$). Ancak teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktörleri arasında düşük düzeyde korelasyonel ilişkinin olduğu görülmesine rağmen bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($r=0.386$; $p>0.05$). Deney Grubu-II'nin teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin son testlerine yönelik korelasyon analiz sonuçları Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Deney Grubu-II'nin Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Son Testlerine Yönelik Pearson Korelasyon Analiz Sonuçları

	Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlikleri
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç r Beklentisi	0.795**	0.934**
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği		0.960**

Tablo 4.8 incelendiğinde alt faktörler ve genel özyeterlik arasında korelasyonel ilişkinin olduğu görülmektedir. Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri arasında pozitif yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonel bir ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=0.934$; $p<0.05$). Benzer şekilde teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği ve teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonel bir ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=0.960$; $p<0.05$). Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktörleri arasında pozitif yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonel bir ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=0.795$; $p<0.05$).

4.2.3. Kontrol Grubuna yönelik bulgular

Bu bölümde, Kontrol Grubuna uygulanan Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik İnançları Ölçeğinden elde edilen ön test ve son test verilerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Katılımcılara uygulama öncesi ve sonrası ölçümler yapılmış; elde edilen veriler betimsel, bağımlı örneklem t-testi ve pearson korelasyon ile analiz edilmiştir. Kontrol Grubunun fen öğretimi yeterliklerinin ön test ve son testlerine ilişkin betimsel analiz sonuçları Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Kontrol Grubunun Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları

Faktör	Grup	\bar{x}	Ss	Düzye
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	Ön test	5.669	0.728	Katılıyorum
	Son test	5.834	0.621	Katılıyorum
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Ön test	5.290	0.768	Katılıyorum
	Son test	5.640	0.448	Katılıyorum
Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlikleri	Ön test	5.467	0.619	Katılıyorum
	Son test	5.731	0.388	Katılıyorum

Tablo 4.9 incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin son test puanları lehine fark olduğu görülmektedir. Ancak bu fark katılımcıların inanç düzeylerinde bir değişime neden olmamıştır. Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi faktöründe ön testlerinde “*Katılıyorum*” düzeyinde bir inanca sahipken ($\bar{X}= 5.669$) son testlerinde de “*Katılıyorum*” düzeyinde bir inanca sahip oldukları görülmektedir ($\bar{X}= 5.834$). Benzer şekilde teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktöründe ön testlerinde “*Katılıyorum*” düzeyinde bir inanca sahipken ($\bar{X}= 5.290$) son testlerinde de “*Katılıyorum*” düzeyinde bir inanca sahip oldukları görülmüştür ($\bar{X}= 5.640$) Teknoloji ile fen öğretimi yeterlik düzeyleri incelendiğinde ise ön testlerinde “*Katılıyorum*” düzeyinde bir inanca sahipken ($\bar{X}= 5.467$) son testlerinde de “*Katılıyorum*” düzeyinde bir inanca sahip oldukları görülmüştür ($\bar{X}= 5.731$). Kontrol Grubunun teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin ön test ve son testlerine ilişkin t-testi analiz sonuçları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10. Kontrol Grubunun Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön test ve Son Testlerine İlişkin t-Testi Analiz Sonuçları

Faktör	Grup	\bar{x}	Ss	p	t	Cohen’d
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi	Ön test	5.669	0.728	0.404	-0.850	-
	Son test	5.834	0.621			
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Ön test	5.290	0.768	0.067	-1.915	-
	Son test	5.640	0.448			
Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlikleri	Ön test	5.467	0.619	0.086	-1.788	-
	Son test	5.731	0.388			

Tablo 4.10 incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin son testlerin lehine aritmetik olarak farkın olmasına rağmen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($\bar{X}_{\text{ön test}}=5.467$; $\bar{X}_{\text{son test}}= 5.731$; $p>0.05$). Benzer şekilde teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi faktöründe ise son testlerin lehine aritmetik olarak farkın olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($\bar{X}_{\text{ön test}}=5.669$; $\bar{X}_{\text{son test}}= 5.834$; $p>.05$). Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği faktöründe ise ön testlerin lehine aritmetik olarak farkın olmasına rağmen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($\bar{X}_{\text{ön test}}=5.290$; $\bar{X}_{\text{son test}}= 5.640$; $p>0.05$). Müdahalesiz

sürecin, Kontrol Grubu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmamıştır. Kontrol Grubunun teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin ön testlerine yönelik korelasyon analiz sonuçları tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11. Kontrol Grubunun Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Ön Testlerine Yönelik Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları

	Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlikleri
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç r Beklentisi	0.360	0.787**
Teknoloji ile Fen Öğretimi r Özyeterliği		0.859**

Tablo 4.11 incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri ve alt faktörler arasında korelasyonel ilişkilerin olduğu görülmektedir. Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonel ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=0.787$; $p<0.05$). Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyonel ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=0.859$; $p<0.05$). Ancak teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktörleri arasında düşük düzeyde korelasyonel ilişkinin olduğunun görülmesine rağmen bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($r=0.360$; $p>0.05$). Kontrol Grubunun teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerinin son testlerine yönelik korelasyon analiz sonuçları tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Kontrol Grubunun Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerinin Son test Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları

	Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlikleri
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç r Beklentisi	0.072	0.790**
Teknoloji ile Fen Öğretimi r Özyeterliği		0.668**

Tablo 4.12 incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri ve alt faktörler arasında korelasyonel ilişkinin olduğu görülmektedir. Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonel ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=.790$; $p<0.05$). Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği ve teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyonel ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=.668$; $p<0.05$). Ancak teknoloji ile fen öğretimi sonuç

beklentisi ve teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktörleri arasında düşük düzeyde korelasyonel ilişkinin olduğunun görölmesine rağmen bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görölmektedir ($r=0.072$; $p>0.05$).

4.2.4. Grupların teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerine yönelik ön test

ANOVA analizi sonuçları

Bu bölümde, deney ve Kontrol Gruplarının ön test puanlarına ilişkin varyans analizi (ANOVA) sonuçları verilmiştir. Analiz, gruplar arasında başlangıç düzeyinde anlamlı bir fark olup olmadığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu amaç, grupların denk olup olmadığını test etmeyi amaçlar. Teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerine yönelik grupların ön test puanlarının ANOVA analizi sonuçları Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterliklerine Yönelik Grupların Ön test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları

	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	0.362	2	0.181	0.609	0.547
Grup İçi	19.297	65	0.297		
Toplam	19.659	67			

Tablo 4.13'te Deney Grubu-I, Deney Grubu-II ve Kontrol Grubunun teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerine yönelik ön testlerin arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda, teknoloji ile fen öğretimi yeterlik ölçeği genelinde grupların ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görölmüştür. Bu bulgu, grupların ön test açısından denk olduğunu göstermektedir ($p>0.05$; $F = 0.609$). Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi alt faktörüne yönelik grupların ön test puanlarının ANOVA analizi sonuçları Tablo 4.14'te verilmiştir.

Tablo 4.14. Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi Alt Faktörüne Yönelik Grupların Ön test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları

	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	0.384	2	0.192	0.385	0.682
Grup İçi	32.396	65	0.498		
Toplam	32.780	67			

Tablo 4.14'te Deney Grubu-I, Deney Grubu-II ve Kontrol Grubunun, teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi faktöründe ön test ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiştir. Elde edilen analiz sonucunda teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi alt faktöründe genelinde, ön testlerine yönelik gruplar arasında fark olmadığı görölmektedir. Bu bulgu, ön testlerde grupların denk olduğunu göstermektedir ($p>.05$; F

=0.385). Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktörüne yönelik grupların ön test puanlarının ANOVA analizi sonuçları Tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4.15. Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği Alt Faktörüne Yönelik Grupların Ön test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları

	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	1.412	2	0.706	2.411	0.098
Grup İçi	19.033	65	0.293		
Toplam	20.445	67			

Tablo 4.15'te Deney Grubu-I, Deney Grubu-II ve Kontrol Grubunun teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktöründe, ön test ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiştir. Elde edilen analiz sonucunda teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktöründe, gruplar arasında ön testlerde fark olmadığı görülmektedir ($p>0.05$; $F = 2.411$). Bu bulgu, ön testlerde grupların denk olduğunu göstermektedir.

4.2.5. Grupların son testlerine yönelik ANOVA analizi sonuçları

Bu bölümde, grupların son test puanları arasındaki farkları belirlemek amacıyla yapılan ANOVA analizinin sonuçları sunulmaktadır. Analizlerden elde edilen bulgular, gruplar arasında son testler arasında farkın olup olmadığını incelemeyi amaçlamıştır. Teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerine yönelik grupların son test puanlarının ANOVA analizi sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlikleri Yönelik Grupların Son Test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları

	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	0.735	2	0.368	1.598	0.048
Grup İçi	14.955	65	0.230		
Toplam	15.691	67			

Tablo 4.16'da Deney Grubu-I, Deney Grubu-II ve Kontrol Grubunun teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri son test ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiştir. Elde edilen analiz sonucunda teknoloji ile fen öğretimi yeterlikleri son testlere yönelik gruplar arasında farkın olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. ($p>0.05$; $F = 1.598$). Bu farka ilişkin Post-Hoc testi analiz sonuçları incelendiğinde farkın Deney Grubu-I'in lehine olduğu görülmüştür. Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi alt faktörüne yönelik grupların ön test puanlarının ANOVA analizi sonuçları Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.17. Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi Alt Faktörüne Yönelik Grupların Ön test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları

	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	0.679	2	0.339	1.017	0.039
Grup İçi	21.693	65	0.334		
Toplam	22.372	67			

Tablo 4.17’de Deney Grubu-I, Deney Grubu-II ve Kontrol Grubunun teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi alt faktörüne yönelik son test ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiştir. Elde edilen analiz sonucunda teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi alt faktöründe, son testlere yönelik gruplar arasında istatistiksel olarak bir farkın olduğu görülmektedir. Bu farka ilişkin post-hoc testi analiz sonuçları incelendiğinde farkın Deney Grubu-I’in lehine olduğu görülmüştür ($p < 0.05$; $F = 1.017$). Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktörüne yönelik grupların ön test puanlarının ANOVA analizi sonuçları Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18. Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği Alt Faktörüne Yönelik Grupların Son Test Puanlarının ANOVA Analizi Sonuçları

	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	1.412	2	0.706	2.411	0.028
Grup İçi	19.033	65	0.293		
Toplam	20.445	67			

Tablo 4.18’de Deney Grubu-I, Deney Grubu-II ve Kontrol Grubunun teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktörüne yönelik son test ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiştir. Elde edilen analiz sonucunda teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği alt faktöründe son testlere yönelik gruplar arasında fark olduğu görülmüştür. Bu farka ilişkin Post-Hoc testi analiz sonuçları incelendiğinde farkın Deney Grubu-I’in lehine olduğu görülmüştür.

4.3. Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısı Testine Yönelik Bulgular

Bu bölümde, araştırma kapsamında öğrencilere uygulanan kuvvet ve hareket kavram yanılgısı testine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Testin amacı, öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konularında sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemek ve uygulama sürecinin bu yanılgıların giderilmesine yönelik etkisinin incelemektir. Bulgular, ön test ve son test sonuçları karşılaştırılarak sunulmuştur. Elde edilen bulgular doğrultusunda kavram yanılgılarındaki değişim analiz edilmiştir.

4.3.1. Deney Grubu-I'e yönelik bulgular

Deney Grubu-I'e yönelik betimsel analiz sonuçları ve Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları aşağıda verilmiştir. Deney Grubu-I kuvvet ve hareket kavram yanılıgına yönelik ön test ve son testlerine ilişkin betimsel analiz sonuçları Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19. Deney Grubu-I'in Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılıgına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları

Grup	\bar{x}	Ss	En Düşük	En Yüksek
Ön test	2.684	1.945	0.00	6.00
Son test	1.842	1.573	0.00	5.00

Tablo 4.19 incelendiğinde ön test toplam puan ortalamalarının ön testler lehine olduğu görülmektedir. Bu durum, ön testlerde katılımcıların daha fazla kavram yanılıgına sahip olduklarını göstermektedir ($\bar{X}_{\text{Ön test}} = 2.684$; $\bar{X}_{\text{Son test}} = 1.842$). Deney Grubu-I kuvvet ve hareket kavram yanılıgına yönelik ön test ve son testlerine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Deney Grubu-I'in Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılıgına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son Test – Ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	11	8.68	95.50	-2.060	0.039
Pozitif Sıra	4	6.13	24.50		
Eşit	4				
Toplam	19				

Tablo 4.20 incelendiğinde ön test ve son test puanları arasında kavram yanılıgına sahip olan katılımcıların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmış ve grup içi istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmüştür ($Z = -2.060$; $p < 0.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında tespit edilen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehine olduğu görülmüştür.

4.3.2. Deney Grubu-II'ye yönelik bulgular

Deney Grubu-II'ye yönelik betimsel analiz sonuçları ve Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları aşağıda verilmiştir. Deney Grubu-II kuvvet ve hareket kavram yanılıgına yönelik ön test ve son testlerine ilişkin betimsel analiz sonuçları Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4. 21. Deney Grubu-II'nin Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları

Grup	\bar{x}	Ss	En Düşük	En Yüksek
Ön test	1.541	1.503	0.00	5.00
Son test	0.917	0.881	0.00	3.00

Tablo 4.21 incelendiğinde ön test toplam puan ortalamalarının ön testler lehine olduğu görülmektedir. Bu durum, ön testlerde katılımcıların daha fazla kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermektedir ($\bar{X}_{\text{Ön test}}=1.541$; $\bar{X}_{\text{Son test}}= 0.917$). Deney Grubu II'nin kuvvet ve hareket kavram yanılgısına yönelik ön test ve son testlerine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 4.22'da verilmiştir.

Tablo 4. 22. Deney Grubu-II'nin Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son Test – Ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	12	11.08	133.00	-1.566	0.117
Pozitif Sıra	7	8.14	57.00		
Eşit	5				
Toplam	24				

Tablo 4.22 incelendiğinde ön test ve son test puanları arasında kavram yanılgısına sahip olan katılımcıların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmış ve grup içi istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmüştür ($z=-1.566$; $p>0.05$).

4.3.3. Kontrol Grubuna yönelik bulgular

Bu bölümde Kontrol Grubuna yönelik betimsel analiz sonuçları ve Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına yönelik bulgular incelenmiştir. Kontrol Grubunun kuvvet ve hareket kavram yanılgısına yönelik ön test ve son testlerine ilişkin betimsel analiz sonuçları tablo 4.23'te verilmiştir.

Tablo 4.23. Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları

Grup	\bar{x}	Ss	En Düşük	En Yüksek
Ön test	1.280	1.308	0.00	5.00
Son test	1.800	2.217	0.00	9.00

Tablo 4.23 incelendiğinde ön test toplam puan ortalamalarının ön testler lehine olduğu görülmektedir. Bu durum, ön testlerde katılımcıların daha fazla kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermektedir ($\bar{X}_{\text{Ön test}}=1.280$; $\bar{X}_{\text{Son test}}= 1.800$). Kontrol Grubunun kuvvet ve hareket kavram yanılgısına yönelik ön test ve son testlerine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4. 24. Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Kavram Yanılgısına Yönelik Ön Test ve Son Testlerine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son Test – Ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	8	8.00	64.00	-0.951	0.342
Pozitif Sıra	10	10.70	107.00		
Eşit	7				
Toplam	25				

Tablo 4.24 incelendiğinde ön test ve son test puanları arasında kavram yanılgısına sahip olan katılımcıların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmış ve grup içi istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmüştür ($z=-0.951$; $p>0.05$).

4.4. Yarı yapılandırılmış görüşmeye ilişkin nitel bulgular

Bu bölümde, öğretmen adayları ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelere ilişkin kodlar ve kategoriler sunulmuştur. Ayrıca bu verilere yönelik betimleyici istatistiksel değerler frekans ve yüzde dağılımlarıyla birlikte ayrıntılı olarak verilmiştir.

4.4.1. Teknoloji ile fen öğretimi yeterliklerine yönelik bulgular

Bu bölümde, öğretmen adaylarının teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançları tablolar hâlinde düzenlenmiş ve her tabloya yönelik açıklamalar detaylı olarak aktarılmıştır.

4.4.1.1. Deney Grubu-I'e yönelik bulgular

Bu bölümde Deney Grubu-I'e ait yarı yapılandırılmış görüşmelere verilen yanıtların içerik analizlerine ait bilgiler ve örnek ifadeler yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının fenin tanımına yönelik vermiş oldukları yanıtlara ilişkin bulgular Tablo 4.25'te verilmiştir.

Tablo 4.25. Deney Grubu-I'in Fenin Tanımına İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular

Kodlar	f	%
Fen hayatla ilişkili bilimdir	7	21.21
Fen temel bilimdir	5	15.15
Fen disiplinler arası bir alandır	4	12.12
Teknoloji ile fen iç içedir	4	12.12
Fen her şeydir	4	12.12
Fen doğayı açıklama biçimidir	2	6.06
Fen çevre ve toplumdur	1	3.03
Fen deneydir	1	3.03
Fen bilgiler topluluğudur	1	3.03
Fen kapsamlı bir kümedir	1	3.03
Evrendeki her şey fenle açıklanır	1	3.03
Fen hayat boyu öğrenmedir	1	3.03
Fen hayatı kolaylaştıran bir araçtır	1	3.03
Toplam	33	100.00

Tablo 4.25 incelendiğinde katılımcıların “Fen” kavramına ilişkin görüşlerinin çeşitli kodlardan oluştuğu görülmektedir. En yüksek oranda, “*Fen hayatla ilişkili bilimdir*” (f=7; %21.21) ifadesi öne çıkmıştır. Bu bulgu, katılımcıların fen kavramını en çok günlük yaşamla ilişkilendirdiğini göstermektedir. Bunu sırasıyla “*Fen temel bilimdir*” (f=5; %15.15), “*Fen disiplinler arası bir alandır*” (f=4; %12.12), “*Teknoloji ile fen iç içedir*” (f=4; %12.12) ve “*Fen her şeydir*” (f=4; %12.12) kodları takip etmektedir. Bu sonuçlar, fenin yalnızca bağımsız bir bilim dalı olarak değil; aynı zamanda disiplinler arası, teknolojiyle bağlantılı ve yaşamın bütününe kapsayan bir olgu olarak algılandığını ortaya koymaktadır. Daha düşük bir oranda “*Fen doğayı açıklama biçimidir*” (f=2; %6.06) kodu görülmektedir. Bunun yanında yalnızca birer kez tekrar edilen kodlar ise “*Fen çevre ve toplumdur*” (f=1; %3.03), “*Fen deneydir*” (f=1; %3.03), “*Fen bilgiler topluluğudur*” (f=1; %3.03), “*Fen kapsamlı bir kümedir*” (f=1; %3.03), “*Evrendeki her şey fenle açıklanır*” (f=1; %3.03), “*Fen hayat boyu öğrenmedir*” (f=1; %3.03) ve “*Fen hayatı kolaylaştıran bir araçtır*” (f=1; %3.03) ifadeleri yer almaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde katılımcıların çoğunluğu feni; hayatla ilişkili, temel bir bilim, disiplinler arası, teknolojiyle bağlantılı ve yaşamın vazgeçilmez bir parçası olarak tanımlamaktadır. Daha az katılımcı ise fenin doğa, deney, evren, bilgi birikimi ve toplumsal boyutlarını vurgulamaktadır.

Deney Grubu-I'in fenin tanıma yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“Fen aslında insanın temel bir bilimidir ve temel düzeyde bilmesi gereken, dünyada hani özellikle çocukluktan itibaren erişkinlik, hatta belki ölümüne kadarki olan süreçte bilmesi gereken, hayatını kolaylaştıran, temel bilimler olarak işine yarayacak temel bilimler olarak değerlendiriyorum. Sadece bir teoride masa üzerinde bir bilgi değil de tüm hayatına uyarlanabilir, hayatı boyunca işine yarar, bilgiler topluluğu diye düşünüyorum (Nur).”

Nur; bu ifade de fenin temel bir bilim alanı olduğunu, insanların yaşamları boyunca, özellikle çocukluktan erişkinliğe ve hatta yaşamın sonuna kadar bilmesi gereken bilgiler içerdiğini vurgulamaktadır. Fenin amacı yalnızca teorik bilgi vermek değil; aynı zamanda günlük yaşamı kolaylaştırmak, bireyin karşılaştığı sorunları anlamlandırmak ve çözüm üretmek için gerekli temel becerileri kazandırmaktır. Bu bağlamda fen, sadece laboratuvarlarda veya ders kitaplarında karşılaşılan bilgilerden ibaret olmayıp hayata uyarlanabilir, sürekli kullanılabilir ve bir bütün olarak değerlendirilebilecek bir bilgi topluluğu olarak görülmektedir. Deney Grubu-I’in grup çalışmasına ilişkin görüşleri Tablo 4.26’da verilmiştir.

Tablo 4.26. Deney Grubu-I’in Grupla Çalışmaya İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular

Kategori	Kod	f	%
Grup çalışmasının Olumlu yönleri	Sorumluluk alma ve iş birliği imkanı	12	21.05
	Grup çalışmasının verimliliği	8	14.04
	Grubun birbirinin eksiklikleri tamamlaması	5	8.77
	Grup çalışmasında birliktelik vurgusu	3	5.26
	Grup çalışmasının kişisel gelişime katkısı	3	5.26
	Görev paylaşımı ile teknoloji kullanımı	2	3.51
	Akran gözleminin korkuyu azaltması	1	1.75
	Birlikte çalışma ve iş birliği	3	5.26
Grup çalışmasının Olumsuz yönleri ve zorlukları	Ekiple prova yapma imkanı	2	3.51
	Grupta katılım eksikliği / pasif tutum	3	5.26
	Grup uyumu ihtiyacı	3	5.26
	Grup arkadaşının deney yapma deneyimi eksikliği	2	3.51
	Grup çalışmasında zaman yönetimi sorunu	2	3.51
	Grup çalışmasında dikkat dağılımı	1	1.75
	İletişim ve anlaşma sorunu	1	1.75
Diğer	Grup çalışmasında adaletsiz görev dağılımı	1	1.75
	Farklı grupta devam etme isteği	1	1.75
Toplam	Grup çalışmasının geliştirilmesi gereken bir beceri olması	1	1.75
		57	100.00

Tablo 4.26 incelendiğinde katılımcıların “grup çalışması” ile ilgili görüşlerinin hem olumlu hem de olumsuz boyutlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Olumlu yönler incelendiğinde en çok vurgulanan kodun “*Sorumluluk alma ve iş birliği imkânı*” (f=12; %21.05) olduğu dikkat çekmektedir. Bu bulgu, grup çalışmasının katılımcılar açısından en fazla sorumluluk bilinci ve iş birliği fırsatı sağladığını göstermektedir. Bunu sırasıyla “*Grup çalışmasının verimliliği*” (f=8; %14.04), “*Grubun birbirinin eksikliklerini tamamlama imkânı*” (f=5; %8.77), “*Grup çalışmasında birliktelik vurgusu*” (f=3; %5.26), “*Grup çalışmasının kişisel gelişime katkısı*” (f=3; %5,26) ve “*Birlikte çalışma ve iş birliği*” (f=3; %5.26) takip etmektedir. Daha düşük oranlarda ise “*Görev paylaşımı ile teknoloji kullanımı*” (f=2; %3.51), “*Ekiple prova yapma imkânı*” (f=2; %3.51) ve “*Akran gözleminin korkuyu azaltması*” (f=1; %1.75) kodları yer almaktadır. Olumsuz yönler ve zorluklar incelendiğinde ise öne çıkan kodlar “*Grupta katılım eksikliği/pasif tutum*” (f=3; %5.26) ve “*Grup uyumu ihtiyacı*” (f=3; %5.26) olmuştur. Ayrıca “*Grup arkadaşının deney yapma deneyimi eksikliği*” (f=2; %3.51) ve “*Grup çalışmasında zaman yönetimi sorunu*” (f=2; %3.51) kodları da göze çarpmaktadır. Daha düşük oranlarda ise “*Grup çalışmasında dikkat dağılımı*” (f=1; %1.75), “*İletişim ve anlaşma sorunu*” (f=1; %1.75) ve “*Grup çalışmasında adaletsiz görev dağılımı*” (f=1; %1.75) dile getirilmiştir. Diğer kategorisinde ise “*Farklı grupta devam etme isteği*” (f=1; %1.75) ve “*Grup çalışmasının geliştirilmesi gereken bir beceri olması*” (f=1; %1.75) yer almaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde katılımcıların büyük çoğunluğu grup çalışmasını sorumluluk alma, iş birliği, verimlilik ve eksiklikleri tamamlama açısından olumlu görmektedir. Bununla birlikte katılımcıların bir kısmı; grup çalışmasının katılım eksikliği, uyum ihtiyacı, deneyim yetersizliği ve zaman yönetimi gibi zorluklar içerdiğini de vurguladıkları görülmektedir.

Deney Grubu-I’in grup çalışmasına yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“Grupla çalışma konusu şöyle güzel oluyor: Görev dağılımı oluyor. Mesela konu anlatma konusunda diyoruz şuraya kadar sen anlat. Buradan sonra ben anlatayım. Hatta deney yaparken malzeme olsun. Onun bilmediği bilgileri ben tamamlayabiliyorum. Benim bilmediklerimi o tamamlayabiliyor. Yani bir bütün olarak olabiliyoruz. Zaten birbirimizin eksikliğini kapattığımız için bir grup çalışması olabiliyor. Gerçek deneyde de böyle oluyor. Sanal laboratuvar da aynı şekilde. Birimiz yapar böyle birimizi anlatıyor. Birimizi anlatırken birimiz yapıyor. Birbirimizin sürekli eksikliğini kapatıp birbirimizi tamamlıyor (Mustafa).”

Mustafa; grup çalışmasına olumlu bakan, iş birliği ve görev paylaşımını değerli bulan bir katılımcıdır. Onun için grup çalışması, sadece görevleri bölüşmek değil; aynı zamanda birbirinin eksiklerini tamamlamak, dayanışma göstermek ve bütün olarak hareket etmek anlamına gelmektedir. Hem gerçek hem de sanal ortamda benzer bir işleyişi savunmakta, deney yaparken veya konu anlatırken rol paylaşımı ve karşılıklı destek ile öğrenmenin daha etkili hale geldiğini vurgulamaktadır. Mustafa; iş birliği ruhuna sahip, sorumluluk bilinci yüksek ve öğrenmede tamamlayıcılığa önem veren bir kişilik sergilemektedir. Deney Grubu-I’in gerçek deneylere ilişkin görüşleri ile ilgili bulgular Tablo 4.27’de verilmiştir.

Tablo 4.27. Deney Grubu-I’in Gerçek Deneylere İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular

Kategori	Kodlar	f	%
Deneylerin zorlukları ve riskleri	Gerçek deneyin lojistik zorlukları	22	21.78
	Gerçek deneylerin riskli olması	12	11.88
	Gerçek deneyde gözlem zorluğu	3	2.97
	Gerçek deneylerde kişi sayısı fazlalığı sıkıntısı	1	0.99
	Gerçek deneyler zordur	1	0.99
	Deneyim eksikliği yaşanması	1	0.99
	Olası hatalar için ön prova yapma sorunu	4	3.96
	Ölçüm hatası yaşama	5	4.95
	Laboratuvar tek başına yeterli değildir	3	2.97
	Gerçek hayat gözleminin imkansızlığı	2	1.98
Kişisel tercih/tutum	Zorluklarda alternatif gerçek deneyleri tercih etme	3	2.97
	Mevcut malzemelerle çözüm üretme	1	0.99
	Bireysel malzeme temini	1	0.99
	Gerçek yaşam ve çevreyle etkileşim tercihi	1	0.99
	Başarısız deneyleri eleme	1	0.99
	Riskli deneylerden kaçınma	1	0.99
	Beklenmedik sonuçların motivasyonu artırması	1	0.99

Tablo 4.27'nin Devamı...

Kategori	Kodlar	f	%
Olumlu yönleri	Deney tasarımında araştırma ve yaratıcılık imkanı	1	0.99
	Gerçek deney anlamayı kolaylaştırması	1	0.99
	Fen laboratuvarında öğretilir	1	0.99
	Laboratuvar dikkat çekicidir	1	0.99
	Deneme yanılma yoluyla öğrenmek önemlidir	2	1.98
	Gerçek deneyler risksizdir	3	2.97
	Gerçek deney akılda kalıcıdır	10	9.90
	Yaparak yaşayarak öğrenme gereklidir	4	4.95
	Temas ve hissiyat önemlidir	7	6.93
	Gözlem avantajı vardır	4	3.96
	Gerçek deney öğrenme açısından daha önemli	4	3.96
Toplam		102	100.00

Tablo 4.27 incelendiğinde katılımcıların deneylerle ilgili görüşlerinin üç ana kategori altında toplandığı görülmektedir: Deneylerin Zorlukları ve Riskleri, Kişisel Tercih/Tutum ve Olumlu Yönleri. Deneylerin Zorlukları ve Riskleri kategorisinde en fazla öne çıkan kod, “*Gerçek Deneyin lojistik zorlukları*” (f=22; %21.78) olmuştur. Bu bulgu, katılımcıların deneyler sırasında lojistik açıdan sıkıntılar yaşadığını göstermektedir. Bunu sırasıyla “*Gerçek deneylerin riskli olması*” (f=12; %11.88), “*Olası hatalar için ön prova yapma sorunu*” (f=4; %3.96), “*Ölçüm hatası yaşama*” (f=5; %4.95), “*Gerçek deneyde gözlem zorluğu*” (f=3; %2.97) ve “*Laboratuvar tek başına yeterli olmaması*” (f=3; %2.97) kodları takip etmektedir. Daha az sayıda kod ise “*Gerçek deneylerde kişi sayı fazlalığı sıkıntısı*” (f=1; %0.99), “*Gerçek deneyler zorluğu*” (f=1; %0.99) ve “*Deneyim eksikliği yaşanması*” (f=1; %0.99) gibi zorlukları dile getirmiştir. Kişisel Tercih/Tutum kategorisinde katılımcılar, zorluklarla başa çıkmak için farklı stratejiler geliştirdiklerini ifade etmiştir. Öne çıkan kodlar arasında “*Zorluklarda alternatif gerçek deneyleri tercih etme*” (f=3; %2.97), “*Mevcut malzemelerle çözüm üretme*” (f=1; %0.99), “*Bireysel malzeme temini*” (f=1; %0.99), “*Gerçek yaşam ve çevreyle etkileşim tercihi*” (f=1; %0.99), “*Başarısız deneyleri eleme*” (f=1; %0.99), “*Riskli deneylerden kaçınma*” (f=1; %0.99) ve “*Beklenmedik sonuçların motivasyonu arttırması*” (f=1; %0.99) yer almaktadır. Bu durum, kodlar ile katılımcıların deney süreçlerinde kişisel tercih ve tutumlarının deney sürecini şekillendirdiğini göstermektedir. Olumlu Yönleri kategorisinde ise katılımcılar, deneylerin öğrenme süreçlerine katkısını vurgulamışlardır. En çok öne çıkan kod, “*Gerçek deney akılda kalıcıdır*” (f=10; %9.90) olmuştur. Bunu sırasıyla “*Temas ve hissiyat önemlidir*” (f=7; %6,93), “*Yaparak yaşayarak öğrenme gereklidir*” (f=4; %4.95), “*Gözlem avantajı vardır*” (f=4; %3,96), “*Gerçek deney öğrenme açısından daha önemli*” (f=4; %3,96),

“Gerçek deneyleri risksizdir” (f=3; %2.97), “Deneme yanılma yoluyla öğrenmek önemlidir” (f=2; %1,98), “Deney tasarımı araştırma ve yaratıcılık imkanı” (f=1; %0,99), “Gerçek deney anlamayı kolaylaştırması” (f=1; %0.99), “Fen laboratuvarında öğretilir” (f=1; %0.99) ve “Laboratuvar dikkat çekicidir” (f=1; %0.99) kodları izlemiştir. Bulgular değerlendirildiğinde katılımcılar deneyleri hem lojistik ve risk boyutlarıyla zorlayıcı bulmakta hem de akılda kalıcılık, yaratıcılık, gözlem ve öğrenme avantajları açısından olumlu değerlendirmektedir. Ayrıca, katılımcıların kişisel tercihlerinin ve stratejilerinin deney deneyimini şekillendirdiği görülmektedir.

Deney Grubu-I’in gerçek deneylere yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“Yani olabildiğince çocuklara bir şeyleri dokunarak, hissederek, görerek yani bunları algılamalarını isteyerek birlikte, yani çevre ortamında yaparım (Berk).”

Berk; öğrenmenin somut deneyimlerle desteklenmesini önemseyen, öğrencilerin dokunarak, hissederek ve görerek öğrenmelerini teşvik eden bir öğretmen profilini yansıtmaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin çevre ve materyallerle etkileşimini artırmayı amaçlamaktadır.

“Ya daha çok mesela kimya deneylerinde asitler falan olabilir. Böyle biyoloji deneylerinde jilet kullanımı, bir sürü kullanımı olabilir. Ya da camlar falan olabilir. Yani bizim fen bilgisi daha çok ortaokul seviyesinde olduğu için daha çok öğretmenin böyle şeylere ilgili olması gerekiyor. (Beyda)”

Beyda ise özellikle güvenlik ve risk yönetimine odaklanan bir öğretmen profilini göstermektedir. Kimya ve biyoloji deneylerinde potansiyel tehlikeleri öngörmekte ve ortaokul seviyesindeki öğrencilerin güvenliği için öğretmen gözetiminin kritik olduğunu vurgulamaktadır.

“Deneyi tamamen değiştirdik. Çünkü farklı bir malzeme ile yapılabilecek bir deney değildi. O yüzden direkt deneyi değiştirdik (Bulut).”

Bulut ise, öğretim süreçlerinde esnek ve çözüm odaklı bir yaklaşım sergileyen, deneylerin uygulanabilirliğine göre malzemeleri değiştirme veya deneyleri yeniden tasarlama konusunda pratik kararlar alabilen bir öğretmen adayı olarak öne çıkmaktadır. Katılımcılar, deneysel öğretim süreçlerine oldukça duyarlı ve dikkatli yaklaşan eğitimciler olarak tanımlanabilir. Genel olarak bu katılımcılar, öğrencilerin öğrenme

deneyimlerini zenginleştirmeye odaklanırken, aynı zamanda güvenlik, materyal uygunluğu ve pedagojik esneklik gibi unsurları dengeli bir şekilde göz önünde bulunduran bilinçli öğretmenlerdir. Deney Grubu-I'in sanal deneylere ilişkin görüşleri ile ilgili bulguları Tablo 4.28'de verilmiştir.

Tablo 4.28. Deney Grubu-I'in Sanal Deneylere İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular

Kategori	Kod	f	%
Soyut kavramları somutlaştırma	Soyut kavramları görselleştirme imkânı	22	13.17
	Görsel deneyimle öğrenmenin netleşmesi	4	2.40
	Sanal laboratuvarın soyutluğu giderme rolü	2	1.20
Öğrenmeyi artırma ve pekiştirme	Daha kalıcı öğrenme sağlanır	12	7.19
	Bilgiyi pekiştirir	7	4.19
	Etkili öğretim sağlar	2	1.20
	Daha derin öğretim sağlar	4	2.40
	Anlaşılabilirliği artırır	4	2.40
	Destekleyici rolü vardır	2	1.20
	Transferini sağlar	1	0.60
	Tamamlayıcı rolü	4	2.40
Avantajı yönleri	Sanal laboratuvar deneylerinin risk olmaması	16	9.58
	Hazırlığının kolaylığı	2	1.20
	Dikkat çekicidir	3	1.80
	İş birliği imkânı sunar	4	2.40
	Çaba sonucu çözüm bulunabilir	4	2.40
	Sanal deneylerde özgüven artışı sağlar	2	1.20
Erişim ve kullanım Kolaylığı	Kullanımı daha kolaydır	4	2.40
	Ulaşılabiliridir	4	2.40
	Ekonomik	2	1.20
	Mekan sınırlılığını aşması	1	0.60
	Uzaktan deney yapma imkanı	2	1.20

Tablo 4.28'in devamı...

Kategori	Kod	f	%
Gereklilik ve önemi	Sanal laboratuvar avantajlıdır	3	1.80
	Sanal laboratuvar önemlidir	4	2.40
	Sanal laboratuvar gereklidir	2	1.20
	Öğrenciler açısından faydalı	2	1.20
Olumsuzlukları	Sınırlı uygulama sayısı	12	7.19
	Simülasyon bulmada zorluk	2	1.20
	Hazır materyalde birebir eşleşme zorluğu	1	0.60
	Sanal deneylerin dokümantasyonunun sınırlılığı	2	1.20
	İletişim becerisini azaltır	1	0.60
	Sanal laboratuvar sağlığı olumsuz etkiler	4	2.40
	Sanal laboratuvar zaman sıkıntısı yaratması	1	0.60
	Dil bariyeri	2	1.20
Diğer	Yaratıcılığı sınırlarlar	1	0.60
	Sanal laboratuvarla ilk deneyim	8	4.79
	Alternatif uygulama arayışı	4	2.40
	Başka derslerde de kullanmaya başlama	1	0.60
	Sanalda anlık değerlendirmenin yetersizliği	1	0.60
	Sadece merak edenlere yönelik	1	0.60
	Sanal uygulamaların karmaşıklığı	1	0.60
	Kullanım sürecinde öğrenme	1	0.60
	Sanal deneylere yönelme isteği	3	1.80
	Deprem sürecinin sanala yönlendirmesi	1	0.60
Sanal laboratuvar çeşitliliğini fark etme	1	0.60	
Toplam		167	100%

Tablo 4.28 incelendiğinde katılımcıların sanal laboratuvar deneylerine ilişkin görüşlerinin beş ana kategori altında toplandığı görülmektedir: Soyut Kavramları Somutlaştırma, Öğrenmeyi Artırma ve Pekiştirme, Avantajlı Yönleri, Erişim ve Kullanım Kolaylığı, Gereklilik ve Önemi, Olumsuzlukları ve Diğer. Soyut Kavramları Somutlaştırma kategorisinde, katılımcılar en çok “*Soyut Kavramları görselleştirme imkanı*” (f=22; %13.17) kodunu vurgulamıştır. Bu bulgu, sanal laboratuvar deneylerinin soyut kavramların anlaşılmasını kolaylaştırmada güçlü bir araç olduğunu göstermektedir. Daha az sıklıkla belirtilen kodlar ise “*Görsel deneyimle öğrenmenin netleşmesi*” (f=4; %2.40) ve “*Sanal laboratuvarın soyutluğu giderme rolü*” (f=2; %1.20) olmuştur. Öğrenmeyi artırma ve pekiştirme kategorisinde, katılımcılar sanal laboratuvarın öğrenme süreçlerini destekleyici rolünü vurgulamışlardır. En çok öne çıkan kod “*Daha kalıcı öğrenme sağlanır*” (f=12; %7.19) olmuştur. Bunu “*Bilgiyi pekiştirir*” (f=7; %4.19),

“Daha derin öğretim sağlar” (f=4; %2.40), “Anlaşılabilirliği artırır” (f=4; %2.40) ve “Tamamlayıcı rolü” (f=4; %2.40) kodları takip etmektedir. Daha düşük oranlarda ise “Etkili öğretim sağlar” (f=2; %1.20), “Destekleyici rolü vardır” (f=2; %1.20) ve “Transferi sağlar” (f=1; %0,60) kodları yer almıştır. Avantajlı Yönleri kategorisinde katılımcılar, sanal laboratuvarın risk taşımamasını (f=16; %9.58) en önemli avantaj olarak görmektedir. Bunun yanında “İş birliği imkânı sunar” (f=4; %2,40), “Çaba sonucu çözüm bulunabilir” (f=4; %2.40), “Dikkat çekicidir” (f=3; %1.80) ve “Sanal deneylerde öz güven artışı sağlar” (f=2; %1,20) kodları da öne çıkmaktadır. Erişim ve Kullanım Kolaylığı kategorisinde, katılımcılar “Kullanımı daha kolaydır” (f=4; %2.40) ve “Ulaşılabilir” (f=4; %2.40) ifadelerini vurgulamıştır. Daha az sıklıkta “Ekonomik” (f=2; %1.20), “Mekan sınırlılığını aşması” (f=1; %0,60) ve “Uzaktan deney yapma imkanı” (f=2; %1.20) kodları belirtilmiştir. Gereklik ve Önemi kategorisinde, sanal laboratuvarın önemi ve avantajı, “Sanal laboratuvar önemlidir” (f=4; %2.40) ve “Sanal laboratuvar avantajlıdır” (f=3; %1.80) ile kodları ifade edilmiştir. Katılımcılar ayrıca “Sanal laboratuvar gereklidir” (f=2; %1.20) ve “Öğrenciler açısından faydalı” (f=2; %1.20) kodlarını da dile getirmiştir. Olumsuzlukları kategorisinde katılımcılar, sanal laboratuvarın sınırlılıklarını vurgulamıştır. En sık dile getirilen kod “Sınırlı uygulama sayısı” (f=12; %7.19) olmuştur. Bunun yanında “Sanal laboratuvar sağlığı olumsuz etkiler” (f=4; %2,40), “Simülasyon bulmada zorluk” (f=2; %1.20), “Sanal deneylerin dokunsal sınırlılığı” (f=2; %1.20) ve diğer küçük frekanslı kodlar katılımcılar tarafından belirtilmiştir. Diğer kategorisinde katılımcılar, sanal laboratuvarla ilk deneyimlerini (f=8; %4.79) ve alternatif uygulama arayışlarını (f=4; %2.40) paylaşmış; ayrıca sanalda anlık değerlendirme yetersizliği, başlama isteği ve çeşitli öğrenme süreçleriyle ilgili kodların (f=1–3; %0,60–1.80) katılımcılar tarafından dil getirildiği görülmektedir. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının, sanal laboratuvar deneylerini; soyut kavramları somutlaştırma, öğrenmeyi artırma, risk taşımama ve erişim kolaylığı açısından olumlu değerlendirmiştir. Bununla birlikte sınırlı uygulama sayısı, dokunsal eksiklikler ve simülasyon bulma zorluğu gibi bazı olumsuzluklar da vurgulanmıştır. Katılımcıların deneyimlerinde ayrıca kişisel tercihler, ilk deneyimler ve öğrenme süreçlerinin önemli rol oynadığı söylenebilir.

Deney Grubu-I’in sanal deneylere yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“Teknolojiyi bu anlamda kullanırsak öğrencinin o görselleri kafasında en azından bir şablon, bir şekil oluşturması açısından çok önemli ve değerli olarak görüyorum. Çünkü diğer türlü dediğim gibi inceleyemeyiz, öyle bir ortamımız yok maalesef. Bazı konular atom gibi atom altı düzey gibi bu konuları zaten biz inceleyemeyeceğimiz için gerçek hayatta özellikle bu konuda teknolojinin kullanılmasını çok önemli buluyorum (Nur).”

Nur, eğitimde teknolojiyi özellikle soyut ve doğrudan gözlemlenemeyen konuların öğrenilmesi açısından vazgeçilmez bir araç olarak görmektedir. Onun bakış açısında teknoloji, öğrencilerin zihinlerinde şablonlar ve zihinsel modeller oluşturmalarını sağlayarak kavramları somutlaştırır. Atom ya da atom altı gibi gerçek hayatta inceleme imkânı bulunmayan konular için teknoloji, öğrenmeyi mümkün ve daha anlamlı kılan bir destekleyici unsur olarak öne çıkmaktadır. Nur; bu yönüyle öğrenci merkezli, gerçekçi ve teknolojiye olumlu yaklaşan bir eğitim anlayışını temsil etmektedir.

“Teknoloji zaten artık günümüzün vazgeçilmez bir şeyi olduğu için fen öğretiminde de bazı soyut kavramlar var. Onları öğretirken o simülasyonlar çok etkili oluyor. Çok daha kalıcı oluyor. Günümüz çocukları teknolojiyle yetişiyor, o yüzden deneyler çok ilgilerini çekmiyor. Ama simülasyonlar daha etkili oluyor (Onur).”

Onur, teknolojiyi günümüzün vazgeçilmez bir unsuru olarak görmekte ve fen öğretiminde özellikle soyut kavramların aktarımında simülasyonların önemli bir rol oynadığını belirtmektedir. Ona göre simülasyonlar hem öğrenmeyi daha kalıcı kılmakta hem de teknolojiyle büyüyen günümüz öğrencileri için deneylere kıyasla daha ilgi çekici olmaktadır. Onur, bu bakışıyla teknolojiyi öğrencilerin ilgisini artıran, soyut kavramları somutlaştıran ve öğrenme sürecini güçlendiren bir araç olarak değerlendirmektedir. Deney Grubu-I’in teknolojiye ilişkin görüşleri ile ilgili bulguları Tablo 4.29’da verilmiştir.

Tablo 4. 29. Deney Grubu-I'in Teknolojiye İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular

Kategori	Kod	f	%
Fen öğrenimine katkısı / olumlu etki	Teknolojinin fen konularında anlaşılabilirliği artırması	5	8.20
	Teknoloji ile daha iyi sonuçlar alınır	2	3.28
	Teknolojiyle kavramlar arası bağlantı kurulur	1	1.64
	Akademik becerilere olumlu katkı	1	1.64
	Kavrama güçlüğüne çözüm	1	1.64
	Teknolojinin hayatı kolaylaştırması	1	1.64
	Öğrenciye öncülük eder	1	1.64
	Motive etmesi	1	1.64
	Teknoloji yararlıdır	2	3.28
Gereklilik / kaçınılmazlık	Teknoloji kullanımı gerekli	4	6.56
	Teknoloji odaklı gelecek	3	4.92
	Teknolojinin kaçınılmazlığı	3	4.92
	Erken teknoloji entegrasyonu isteği	2	3.28
	Yeni teknolojilere duyulan ihtiyaç	1	1.64
	Teknoloji gerektiğinde kullanılmalı	2	3.28
Altyapı ve uygulama eksiklikleri	Teknolojik alt yapı yeterli değil	4	6.56
	Teknolojik gelişmelere ayak uyduramama	2	3.28
	Öğretmen yetersizliği	2	3.28
Sınırlılıklar / olumsuz etkiler	İletişim becerisini olumsuz etkiler	1	1.64
	Kas faaliyetlerimizi olumsuz etkiliyor	1	1.64
	Teknoloji daha fazla fayda sağlamaz	2	3.28
	Teknoloji kullanımında sınır koymak lazım	2	3.28
Teknoloji ile etkileşim ve iş birliği	Canlı sunum ve etkileşim becerisi gelişimi	2	3.28
	Farklı lokasyon iş birliği	2	3.28
	Teknoloji kullanımının kapsamına dair sorgulama	1	1.64
	Dersle desteklenirse beceri kazanımı	2	3.28
	Teknolojiden yararlanarak araştırma	1	1.64
	Hem anlatım hem araştırma yeterliliği	1	1.64
	Teknoloji ve fen konusunda kendini yeterli görme	4	6.56
Diğer	Teknolojisiz fen olabilir	1	1.64
	İleride kullanacağım	2	3.28
	Bilgisayarın temel teknoloji olması	1	1.64
Toplam		61	100.00

Tablo 4.29 incelendiğinde katılımcıların teknolojinin fen öğretimine katkılarına ilişkin görüşlerinin dört ana kategori altında toplandığı görülmektedir: Fen Öğrenimine Katkısı / Olumlu Etki, Gereklilik / Kaçınılmazlık, Altyapı ve Uygulama Eksiklikleri, Sınırlılıklar / Olumsuz Etkiler, Teknoloji ile Etkileşim ve İş Birliği, Diğer. Fen Öğrenimine Katkısı / Olumlu Etki kategorisinde, katılımcılar en çok “*Teknolojinin Fen Konularında anlaşılabilirliği artırması*” (f=5; %8.20) kodunu vurgulamıştır. Daha az sıklıkla belirtilen kodlar ise “*Teknoloji ile daha iyi sonuçlar alınır*” (f=2; %3,28), “*Teknoloji yararlıdır*” (f=2; %3.28), “*Teknolojiyle kavramlar arası bağlantı kurulur*” (f=1; %1.64), “*Akademik becerilere olumlu katkı*” (f=1; %1.64), “*Kavrama güçlüğüne çözüm*” (f=1; %1.64), “*Teknolojinin hayatı kolaylaştırması*” (f=1; %1.64), “*Öğrenciye öncülük eder*” (f=1; %1.64) ve “*Motive etmesi*” (f=1; %1.64) olmuştur. Gereklilik / Kaçınılmazlık kategorisinde, katılımcılar teknolojinin zorunluluk ve kaçınılmazlık boyutunu ifade

etmiştir. En çok öne çıkan kod “*Teknoloji kullanımı gerekli*” (f=4; %6.56) olmuştur. Bunu “*Teknoloji odaklı gelecek*” (f=3; %4.92), “*Teknolojinin kaçınılmazlığı*” (f=3; %4.92), “*Erken teknoloji entegrasyonu isteği*” (f=2; %3,28), “*Teknoloji gerektiğinde kullanılmalı*” (f=2; %3.28) ve “*Yeni teknolojilere duyulan ihtiyaç*” (f=1; %1.64) kodları takip etmektedir. Altyapı ve Uygulama Eksiklikleri kategorisinde, katılımcılar teknolojik altyapı ve uygulama eksikliklerini belirtmişlerdir. Öne çıkan kod “*Teknolojik alt yapı yeterli değil*” (f=4; %6.56) olmuştur. Ayrıca “*Teknolojik gelişmelere ayak uyduramama*” (f=2; %3.28) ve “*Öğretmen yetersizliği*” (f=2; %3,28) kodları da ifade edilmiştir. Sınırlılıklar / Olumsuz Etkiler kategorisinde, katılımcılar teknolojinin sınırlılıklarını belirtmişlerdir. En sık dile getirilen kodlar “*Teknoloji daha fazla fayda sağlamaz*” (f=2; %3.28) ve “*Teknoloji kullanımında sınır koymak lazım*” (f=2; %3,28) olmuştur. Daha az sıklıkta “*İletişim becerisini olumsuz etkiler*” (f=1; %1.64) ve “*Kas faaliyetlerimizi olumsuz etkiliyor*” (f=1; %1.64) kodları belirtilmiştir. Teknoloji ile Etkileşim ve İş Birliği kategorisinde, katılımcılar teknoloji kullanımının iş birliği ve etkileşim boyutlarını vurgulamışlardır. Öne çıkan kod “*Teknoloji ve fen konusunda kendini yeterli görme*” (f=4; %6.56) olmuştur. Bunu “*Canlı sunum ve etkileşim becerisi gelişimi*” (f=2; %3,28), “*Farklı lokasyon iş birliği*” (f=2; %3.28), “*Dersle desteklenirse beceri kazanımı*” (f=2; %3.28), “*Teknoloji kullanımının kapsamına dair sorgulama*” (f=1; %1,64), “*Teknolojiden yararlanarak araştırma*” (f=1; %1.64) ve “*Hem anlatım hem araştırma yeterliliği*” (f=1; %1,64) kodları takip etmektedir. Diğer kategorisinde ise katılımcılar; “*İleride kullanacağım*” (f=2; %3.28), “*Teknolojisiz fen olabilir*” (f=1; %1.64) ve “*Bilgisayarın temel teknoloji olması*” (f=1; %1.64) ifadelerini paylaşmışlardır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının teknolojiyi fen öğreniminde; kavramların anlaşılmasını kolaylaştırma, motivasyonu artırma ve akademik becerilere katkı sağlama açısından olumlu değerlendirdiği görülmektedir. Katılımcılar ayrıca teknolojinin kullanımının gerekli ve kaçınılmaz olduğunu vurgulamış, erken entegrasyon ve geleceğe yönelik teknoloji odaklı beklentileri dile getirmiştir. Bununla birlikte teknolojik altyapı eksiklikleri, öğretmen yetersizlikleri ve kullanım sınırlılıkları gibi bazı olumsuzluklar da belirtilmiştir. Teknolojiyle etkileşim ve iş birliği fırsatları, öğrenme süreçlerini desteklemiş, katılımcıların kişisel tercihler ve deneyimlerinde de önemli olduğu görülmüştür.

Deney Grubu-I’in teknolojiye yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“İletişim becerilerimiz, konuşma becerilerimiz bir süre sonra kas faaliyetlerimiz buna göre sınırlanacak ve rahatsızlıklar meydana gelmeye başlayacak. O yüzden her şey teknolojide demek değil bence (Berk).”

Berk, teknolojiye eleştirel bir bakış açısıyla yaklaşan bir öğrenci profili sergilemektedir. Ona göre teknolojinin aşırı kullanımı, iletişim ve konuşma becerilerini etkileyebilir; uzun vadede kas faaliyetleri de buna bağlı olarak sınırlanabilir ve gerçek rahatsızlıklara yol açabilir. Bu görüşüyle Berk; teknolojiyi tek başına her şeyin çözümü olarak görmenin yanlış olduğunu, dengeli ve ölçülü kullanımın önemli olduğunu vurguluyor. Kısaca o, teknolojiyi faydalı bulmakla birlikte sınırlılıklarına ve olası olumsuzluklarına yönelik görüşünü belirtmiştir.

“Teknolojinin kullanılması gerektiğini düşünüyorum çünkü maalesef şu anki imkanlar dahilinde her yerde laboratuvar olsa bile öğretmen yeterli olmuyor bazen. Bazen sınıf çok kalabalık olduğu için uygulanamıyor. O yüzden böyle bir laboratuvar uygulaması açıp oradan deneyi göstermek çok daha iyi oluyor ve öğrencilerin çok daha dikkatini çekiyor (Bulut).”

Bulut, teknolojinin eğitimdeki önemini pratik ve deneyim odaklı bir bakış açısıyla değerlendiren bir öğrencidir. Ona göre sınıflar, genellikle kalabalıktır ve öğretmenlerin her zaman deneyleri bire bir gösterecek yeterli zamanı ya da imkânı yoktur. Bu yüzden teknolojinin kullanılması, özellikle laboratuvar uygulamalarını sanal ya da destekleyici araçlarla gösterilmesi, öğrencilerin ilgisini çekmek ve öğrenme sürecini etkinleştirmek açısından büyük bir avantaj sağlamaktadır. Teknolojiyi sadece modern bir yenilik olarak değil, öğrenme güçlüklerini aşmaya yardımcı bir çözüm aracı olarak gördüğünü belirtmektedir. Katılımcı, teknolojiyi bilinçli ve amaca uygun kullanmanın önemine işaret etmektedir. Teknoloji her şeyin yerine geçmez ama doğru kullanıldığında eğitimdeki eksiklikleri tamamlayabilir ve öğrenmeyi daha etkili hâle getirebilir.

“Şu anda benim kendi şahsi düzeyimden ziyade genel manada Türkiye'nin bu konuda yetersiz olduğunu inanıyorum maalesef. Çünkü teknoloji anlamında biraz geri plandayız. Niçin, neye dayanarak söylüyorsunuz bunu? Herhangi bir yazılım, yerli bir yazılım programımız gelişmiş anlamda yok. İşte yapay zekanın şu an günümüzde çok gelişmiş olmasına rağmen dünya çapında, biz hala kullanma seviyesinde bile henüz o aşamada değiliz maalesef. Bu konuda hani, onun dışında tabii ki de şu an kendi özelimde bakacak olursak kendimi de geliştirmem gereken çok alan olduğunu düşünüyorum. Belki bunu yüzde üzerinden düşünürsek belki 30 belki 40 seviyesindeyim diye düşünüyorum (Nur).”

Nur, teknolojinin Türkiye'deki durumu hakkında eleştirel ve gerçekçi bir perspektif sergileyen bir katılımcıdır. Genel olarak ülkenin teknoloji anlamında geri planda kalmış olmasının ve bu durumun özellikle yazılım alanında kendini göstermesinin, yerli yazılım programlarının yeterince gelişmemiş olmasının, teknolojiyi etkin biçimde kullanmayı sınırladığını ifade etmektedir. Yapay zekâ gibi gelişmiş teknolojilerin dünya çapında hızla ilerlemesine rağmen Türkiye'de henüz bu seviyeye ulaşamadığını vurgulamaktadır. Bununla birlikte kendi kişisel gelişimi için de farkındalık taşıyor; mevcut yetkinliklerini yüzde 30-40 civarında gördüğünü belirterek hem ülke düzeyinde hem de bireysel düzeyde teknoloji kullanımında iyileştirmeye açık bir alan olduğunu belirtmiştir. Teknolojiyi değerlendirirken hem makro düzeyde toplumsal eksiklikleri hem de mikro düzeyde kendi gelişim sorumluluğunu hesaba katan bilinçli bir tutumu yansıtmaktadır. Deney Grubu-I'in deneylerinin sıralarına ilişkin görüşleri ile ilgili bulgular Tablo 4.30'da verilmiştir.

Tablo 4.30. Deney Grubu-I'in Deneylerinin Sıralarına İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular

Katılımcı	Örnek İfade
Berk	“Gerçek deneyi de anlatıp sanal deneyi de pekiştirmek olur.”
Beyda	“İlk önce gerçek deneyi kullanırım. Zaten bizim kullandıklarımızda gerçek deneylerin simülasyonla aynı olduklarını gördük. Yani gerçek yaptığımız deneyin simülasyonunda teknolojiye uyarlanmış hali gibiydi bizim konumuzda. Böyle daha iyi bir sonuç alacağımızı düşünüyorum öğrencilerin için.”
Bulut	“Bunlardan yine aynı şekilde. Bunu somut bir şekilde göstermek öğrencide daha kalıcı bir öğrenim sergilediği için bu anlattığımız teorik konunun üstüne uygulamalı olarak göstermek öğrenmeyi pekiştiriyor. Bu yüzden ona hazırladık.”
Onur	“Önce gerçek deney, sonra sanal. Çünkü gerçek deneyler daha çok merak uyandırıyor. Sonra sanalla pekiştiririm.”

Tablo 4.30'un devamı...

Katılımcı	Örnek İfade
Emre	<i>“Önce gerçek deneyleri kullanırım çünkü görmeleri lazım. Ve o gördükleri kısımdan anlamadıkları olursa, o kalan kısımları da sanal deneyde tamamlarım.”</i> <i>“...Kalıcı öğrenme sağlanır bu şekilde. Kalıcı öğrenme sağlanması için gerekli sadece.”</i> <i>“Öğrencinin aklında sorular kalıyor. Konuyu tam öğrenemiyor, oturtamıyor. Gerçek deneyleri yaptıktan sonra sanal deneyleri yaparak konunun tam anlamıyla öğrenilmesi.”</i>
Mustafa	<i>“Önce gerçek deneye başvurduğum zaten. İlk sanaldan önce gerçek deney daha etkili olabileceğini düşünüyorum. Gerçek deneye başvurduğum. Gerçek deneyden sonra sanal deneye giderdim. sanal deneyi pekiştirme için kullanırdım. Zaten tam anlaşılabilir olduğu için tam yetersiz kalacağını pek düşünmüyorum ama yetersiz kaldığı zamanda farklı alternatifler arardım. Mesela birçok farklı uygulamalar var.”</i>
Nisa	<i>“Yani gerçek deney tabii ki çok önemli olduğunu zaten biliyordum. Bu ders sonrası daha çok anladım bunu. Sanal deneyi hiç denememiştim. Onun da daha önemli olduğunu anladım. İkisinin de birbirini desteklediğini fark ettim. Daha iyi anladım. Mesela derslere çok katılmam genelde. Siz bak yap falan dediğiniz için genelde yaptım. Bu da kalıcı olduğunu düşünüyorum..... önce gerçek sonra sanal, çünkü sanal pekiştirme olarak daha iyi olur”</i>
Nur	<i>“Diyelim en basitinden güneş sistemindeki işte güneş ve ay tutulmalarını anlatacağız. Bunun model, illaki model olması gerekiyor öncesinden. Model üzerinden öğrencinin işte gerek o ışığın geniş açısı, ayın oluşturduğu gölge vs. önce onu gösterip daha sonra da birçok zaten animasyon ve videolar mevcut ve işte simülasyon bazı deneyler, programlar mevcut. gerçek ile konuyu anlatır sanal ile pekiştiririm.”</i>

Tablo 4.30 incelendiğinde katılımcıların gerçek ve sanal deneylerin kullanım sırasına dair görüşlerini ortaya koymaktadır. Genel olarak tüm katılımcılar; önce gerçek deneyin yapılması, ardından sanal deneyle pekiştirme yapılması görüşünü savunmaktadır. Gerçek deneyler, somut ve gözlemlenebilir oldukları için öğrencilerin ilgisini artırmakta; merak uyandırmakta ve teorik bilgilerin uygulanabilirliğini göstermektedir. Buna karşılık sanal deneyler; öğrencilerin eksik veya anlaşılmamış noktalarını tamamlamak, öğrenmeyi pekiştirmek ve kalıcı hâle getirmek amacıyla ikinci aşamada kullanılmaktadır. Katılımcılar ayrıca şunları vurgulamaktadır: Gerçek deneyler, öğrenmenin temelini oluşturur ve somut bir deneyim sağlar. Sanal deneyler, gerçek deneyle kazanılan bilgiyi destekler ve öğrenmeyi tamamlar. Bu yaklaşım, öğrencinin konuyu daha iyi anlamasını ve kalıcı öğrenme sağlamasını mümkün kılar. Bazı katılımcılar, sanal deneylerin yalnızca gerçek deneyin yetersiz kaldığı durumlarda tamamlayıcı olarak kullanılabileceğini de belirtmiştir. Tablo, “gerçek deney → sanal deney” sıralamasının hem öğrenme motivasyonunu artırdığı hem de bilgiyi pekiştirdiği yönündeki katılımcı algısını ortaya koymaktadır.

4.4.1.2. Deney Grubu-II'ye yönelik bulgular

Bu bölümde çalışma grubunda yer alan Deney Grubu-II'ye yönelik yarı yapılandırılmış görüşme sorularından elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Deney Grubu-II'nin fenin tanımına ilişkin görüşlerine yönelik bulgular Tablo 4.31'de verilmiştir.

Tablo 4.31. Deneş Grubu-II'nin Fenin Tanımına İlişkin Görüşlerine Yönelik Bulgular

Kod	f	%
Fenin yaşantı ve hayatla ilişkilendirilmesi	9	33.33
Fen doğayı anlamaktır	7	25.93
Fen bilimdir	2	7.41
Bilinçli bilinçsiz her şey fendir	2	7.41
Fen deneydir	1	3.70
Fen laboratuvarıda da öğrenilir	1	3.70
Fen sorgulamaktır	1	3.70
Fen araştırmaktır	1	3.70
Doğanın matematiğı fendir	1	3.70
Fenin disiplinler arası niteliğı	1	3.70
Fen ve teknolojinin iç içe olması	1	3.70
Toplam	27	100

Tablo 4.31 incelendiğinde katılımcıların fen kavramına ilişkin görüşlerinin farklı temalar altında toplandığı görülmektedir. En yüksek frekansa sahip tema “*Fenin yaşantı ve hayatla ilişkilendirilmesi*” (f=9; %33.33) olup öğretmen adaylarının sıklıkla fen kavramını doğrudan yaşamla ilişkilendirdiğı anlaşılmaktadır. Bu durum, fenin günlük yaşamda karşılaşılan olgularla iç içe görüldüğünü ve katılımcıların fen eğitiminde yaşantısal boyuta önem verdiğini göstermektedir. Bunu takip eden ikinci en yüksek kod ise “*Fen doğayı anlamaktır*” (f=5; %18.51) olarak öne çıkmaktadır. Bu bulgu, katılımcıların bir kısmının fen kavramını doğayı anlamak ve doğayı açıklamakla özdeşleştirdiğini göstermektedir. Bilimsel yönü vurgulayan kodlar arasında “*Fen bilimdir*” (f=2; %7.41), “*Fen araştırmaktır*” (f=1; %3.70), “*Fen sorgulamaktır*” (f=1; %3.70) ve “*Fen deneydir*” (f=1; %3.70) yer almaktadır. Katılımcılar, bu görüşleriyle fenin yalnızca bilgi aktarımı değil; aynı zamanda araştırma, sorgulama ve deneysel süreçlerle şekillenen bir alan olduğuna dikkat çekmiştir. Diğer yandan “*Bilinçli bilinçsiz her şey fendir*” (f=2; %7.41) kodu; katılımcıların fen kavramını çok geniş ve kapsayıcı bir biçimde, yaşamın her alanına yayılan bir olgu olarak değerlendirdiğini göstermektedir. Daha sınırlı frekansa sahip kodlar ise “*Fen laboratuvarıda da öğrenilir*” (f=1; %3.70), “*Doğanın matematiğı fendir*” (f=1; %3.70), “*Fenin disiplinler arası niteliğı*” (f=1; %3.70) ve “*Fen ve teknolojinin iç içe olması*” (f=1; %3.70) şeklindedir. Bu kodlar; katılımcıların fenin laboratuvar ortamıyla, matematiksel yönüyle, farklı disiplinlerle ve teknolojiyle olan bağlantısını da fark ettiklerini ortaya koymaktadır. Genel olarak bu bulgular, öğretmen adaylarının fen kavramını en çok yaşam ve doğayla ilişkilendirdiğini; bunun yanında bilimsel süreçler, disiplinler arası yapı ve teknolojiyle de bağlantı kurduklarını göstermektedir.

Deney Grubu-II'nin fenin tanımına yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“Aslında günlük yaşamdaki olayların, gelişmelerin hepsi fenin içerisinde yer aldığı için bunları fen dolayısıyla öğreniyoruz zaten. Yapısını, işleyişini, sonuçlarını fen dolayısıyla öğreniyoruz (Duygu),”

Duygu, feni günlük yaşamla bütünleşik bir olgu olarak görmektedir. İfadeye göre gündelik hayatta karşılaşılan olaylar ve gelişmelerin tamamı fenin bir parçasıdır. İnsanlar yaşamın işleyişini, yapısını ve sonuçlarını fen aracılığıyla öğrenmektedir. Yani katılımcı, feni yalnızca bir ders ya da akademik bilgi alanı olarak değil; yaşamın her alanına nüfuz eden, hayatı anlamamızı sağlayan kapsamlı bir bilgi ve öğrenme süreci olarak tanımlamaktadır.

“Fen benim için bence hayatın bütünü. Çünkü hayatın her alanında bence fen var. Yani bilinçli ya da bilinçsiz olarak bence hayatın her yerinde feni kullanıyoruz. Mesela benim annem ev hanımı. Annem mesela bakır tabağa, tepsiye asla sirke koymaz mesela. Aslında onun sirkenin ısıldığında onu eriteceğini bilmiyor mesela teorik olarak ama yaşantı sonucu bunu öğrenmiş yani. Bence fen yaşantı sonucu, hayata çok dahil olan hayatın bütünü olarak görüyorum ben (Cem).”

Cem; feni yaşamın bütününe yayılmış, günlük hayatın ayrılmaz bir parçası olarak tanımlamaktadır. Ona göre fen, yalnızca akademik bir bilgi alanı değil; bilinçli ya da bilinçsiz şekilde hayatın her alanında kullanılan bir olgudur. Cem, örnek olarak annesinin günlük yaşantısındaki deneyimlerinden bahsederek insanların teorik bilgiye sahip olmasa bile yaşantıları aracılığıyla fen bilgisi edindiklerini vurgulamaktadır. Deney Grubu-II'nin grup çalışmasına ilişkin görüşleri ile ilgili bulgular Tablo 4.32'de verilmiştir.

Tablo 4.32. Deney Grubu-II'nin Grup Çalışmasına İlişkin Görüşleri

Kategori	Kod	f	%
İş bölümü ve görev paylaşımı	Grup çalışmasında iş bölümü yapabilme	4	10.00
	Bireysel çalışma isteği	4	10.00
Bireysel çalışma	Bireysel çalışmanın zamansal sıkıntısı	1	3.33
	Bireysel çalışmada hatayı fark edememe	1	3.33
	Grup çalışmasında iş birliği ve diyalogun gelişimi	3	6.67
İş birliği ve öğrenmeye katkısı	Grup içi tartışma ve sorgulama fırsatı	2	3.33
	Grup içinde karşılıklı öğrenme	1	3.33
	Grup çalışmasının fırsat olması	1	3.33
	Grup çalışmasının eksikleri kapatabilmesi	1	3.33
	Grup çalışmasının farklı bakış açıları kazandırması	1	3.33

Tablo 4.32'nin Devamı ...

Kategori	Kod	f	%
Uyum ve iletişim problemleri	Grupta uyum sağlayamama problemi	2	3.33
	Grupta sınav dönemine yakın uyumsuzluk	1	3.33
	Sorumsuzluğun sürece olumsuz etkisi	1	3.33
	Grupta anlaşmazlıklar çıkması	1	3.33
	Grupta bilgi paylaşımından kaçınma	1	3.33
	Grup çalışmasının getirdiği zaman uyumsuzluğu	1	3.33
	Bencil ve öne çıkma odaklı grup üyeleri	1	3.33
Süreç ve ortamla ilgili görüşler	Grup sade deney kurmada iyidir	1	3.33
	Laboratuvarında grup çalışmasının zorunluluğu	1	3.33
Toplam		30	100.00

Tablo 4.32 incelendiğinde öğrencilerin grup çalışmasına yönelik görüşlerinin çeşitli kategoriler altında toplandığı görülmektedir. İş bölümü ve görev paylaşımı kategorisinde “Grup çalışmasında iş bölümü yapabilme” (f=4; %10.00), en fazla dile getirilen kod olarak öne çıkmaktadır. Bireysel çalışma kategorisinde ise öğrenciler “Bireysel çalışma isteği” (f=4; %10.00) ile dikkat çekmiş, ayrıca “Bireysel çalışmanın zamansal sıkıntısı” (f=1; %3.33) ve “Bireysel çalışmada hatayı fark edememe” (f=1; %3.33) kodları ile bireysel çalışmanın bazı sınırlılıklarına da değinmişlerdir. İş birliği ve öğrenmeye katkısı kategorisinde katılımcılar en çok “Grup çalışmasında iş birliği ve diyalogun gelişimi” (f=3; %6.67) kodunu tekrar etmiş; bunun yanı sıra “Grup içi tartışma ve sorgulama fırsatı” (f=2; %3.33), “Grup içinde karşılıklı öğrenme” (f=1; %3.33), “Grup çalışmasının fırsat olması” (f=1; %3.33), “Grup çalışmasının eksikleri kapatabilmesi” (f=1; %3.33) ve “Grup çalışmasının farklı bakış açıları kazandırması” (f=1; %3.33) kodlarıyla da grup çalışmasının olumlu yönlerini vurgulamışlardır. Bunun yanında uyum ve iletişim problemleri kategorisinde öğrenciler “Grupta uyum sağlayamama problemi” (f=2; %3.33) koduna dikkat çekmişler; ayrıca “Grupta sınav dönemine yakın uyumsuzluk” (f=1; %3.33), “Sorumsuzluğun sürece olumsuz etkisi” (f=1; %3.33), “Grupta anlaşmazlıklar çıkması” (f=1; %3.33), “Grupta bilgi paylaşımından kaçınma” (f=1; %3.33), “Grup çalışmasının getirdiği zaman uyumsuzluğu” (f=1; %3.33) ve “Bencil ve öne çıkma odaklı grup üyeleri” (f=1; %3.33) kodlarıyla grup çalışmasının olumsuz yanlarını ortaya koymuşlardır. Son olarak süreç ve ortamla ilgili görüşler kategorisinde öğrenciler “Grup sade deney kurmada iyidir” (f=1; %3.33) ve “Laboratuvarında grup çalışmasının zorunluluğu” (f=1; %3.33) kodlarıyla sürece ilişkin düşüncelerini belirtmişlerdir. Genel olarak değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının en fazla üzerinde durdukları kodların iş bölümü yapabilme ve bireysel çalışma isteği olduğu, bunun dışında grup çalışmasının hem olumlu katkılarının hem de uyum ve iletişim

sorunlarının genel olarak eşit ağırlıkla dile getirildiği söylenebilir. Deney grubu II'nin grup çalışmasına yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“Ya grup çalışmasında, nasıl söyleyeyim ama... Bir tık şey oluyor, işte hep benciler olduğu için bazen... Ön plana kendileri geçmek istiyor ve ben kendime kaynaklı tamamen... Sevmediğim bir huyu bir insanda olursa o ortamda çalışırken zorlanırım. O açıdan zorlandım. O yüzden bireysel daha iyi olur diye düşündüm (Nazlı).”

Nazlı, grup çalışmaları sırasında sosyal etkileşimden kaynaklanan güçlükleri ön plana çıkarmaktadır. Ona göre bazı grup üyelerinin bencillik eğilimleri ve öne geçme çabaları, grup içindeki uyumu bozmakta ve kendi çalışma sürecini olumsuz etkilemektedir. Katılımcı, bu tür kişilik özelliklerine sahip bireylerle aynı ortamda çalışmanın motivasyon ve verimlilik açısından zorluklar yarattığını vurgulamaktadır. Bu nedenle Nazlı, bireysel çalışmayı tercih etmekte; çünkü bireysel ortamın, kişisel farklılıklardan kaynaklanan çatışmalardan uzak, daha kontrollü ve verimli bir öğrenme deneyimi sunduğunu düşünmektedir.

“Ya deneyim bölümleri olsun hani kendi aramızda paylaşıyoruz. Daha sonra ya şimdi bölüm olduğu için bir kişi sadece bir bölümü yaptığı gibi de olmuyor. Daha sonrasında tekrarladığımızda farklı kişiler farklı bölümleri alıyor. Yani bir kişi deneyi tamamını kendi başına yapmış gibi tamamlanıyor aynı zamanda (Sinem).”

Sinem, grup çalışması sürecinde görev paylaşımını ve rotasyonlu çalışma yöntemini ön plana çıkarmaktadır. Ona göre deneysel faaliyetlerde, başlangıçta görevler bireyler arasında paylaştırılrsa da süreç boyunca her katılımcı farklı bölümleri deneyimleyerek deneyin tamamını gerçekleştirme fırsatı bulmaktadır. Bu yaklaşım, Sinem'e göre hem iş yükünün dengeli dağıtılmasını sağlamakta hem de her bireyin deneyin bütün sürecini anlamasına ve öğrenmesine olanak tanımaktadır.

Tablo 4.33. Deney Grubu-II'nin Gerçek Deneylere İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular

Kategori	Kod	f	%
Gerçek deneyin öğrenmeye katkıları	Gerçek deney daha önemlidir	5	6.85
	Kavram öğretiminde öncelik	4	5.48
	Gerçek deneyin gerekliliği	1	1.37
	Asıl öğrenme gerçek deneyde gerçekleşir	3	4.11
	Kalıcılıkta etkilidir	1	1.37
	Uygulamalı öğretimin önemi	4	5.48
	Yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı	2	2.74
	Eksiklerin farkına varma	1	1.37
	Pekiştirmede rolü	2	2.74
	Derinlemesine öğrenme sağlar	3	4.11
	İş birliği ve el becerisi gelişimini destekler	4	5.48
	Gerçek deneyde iş birliği ve diyalog gelişimi	1	1.37
	Bireysel ve psikolojik katkılar	Bireysel el becerisi yetersizliği	2
Kişisel uyumsuzluk ve zorlanma		1	1.37
Hata yaptığımda hocadan yardım aldım		1	1.37
Deney yapmak öz güvenimi artırdı		1	1.37
Gerçek deneye karşı ön yargımı yıktım		1	1.37
Riskler ve güvenlik	Gerçek deneyler risklidir	2	2.74
	Kimyasal riskler	1	1.37
	Elektrik riskleri	2	2.74
	Kesici alet riskleri	1	1.37
	Gerçek deneyin yanma gibi riskleri vardır	1	1.37
	Deneylerin tehlikeli yönlerinin kabulü	2	2.74
	Gerçek deneyin risklerini tedbir alıp yaparız	1	1.37
	Bilinçlendirme ve önlemlerle risk yönetimi	1	1.37
	Tehlikeli deneylerden önlem alarak çözüm üretme	1	1.37
	Risklerden dolayı alternatif deney arayışı	1	1.37
	Riskler eğitim zayıftır, sorun değildir	1	1.37
Laboratuvarında önlemler sonrası yapılabilir	1	1.37	
Zorluklar ve dezavantajlar	Gerçek deney zordur	3	4.11
	Gerçek deneyin yorumlama zorluğu	1	1.37
	Gerçek deneyde ölçüm zorluğu	2	2.74
	Gerçek deney çok zaman alıyor	1	1.37
	Gerçek deney uğraştırıcıdır	2	2.74
	Gerçek deneyde lojistik sorunlar	2	2.74
	Gerçek olmazsa mecburi teorik anlatım	2	2.74
	Malzeme yoksa sanal deney yaptırırım	1	1.37
Alternatifler ve çözüm önerileri	Gerçek deneyden ziyade sanal laboratuvar anlamayı kolaylaştırır	1	1.37
	Kendi imkânlarımla gerçek deneyi yine de yaparım	4	5.48
	Gerçek deneylerin kolay olması	1	1.37
	Gerçek sınırlayıcı faktörler yok	1	1.37
Toplam		73	100

Tablo 4.33 incelendiğinde öğrencilerin gerçek deneylere ilişkin görüşlerinin beş ana kategori altında toplandığı görülmektedir. “Gerçek deneyin öğrenmeye katkıları” kategorisinde öğrenciler en çok “Gerçek deney daha önemlidir” (f=5; %6.85), “Kavram öğretiminde öncelik” (f=4; %5.48), “Gerçek deneyin gerekliliği” (f=1; %1.37), “Asıl öğrenme gerçek deneyde gerçekleşir” (f=3; %4.11), “Kalıcılıkta etkilidir” (f=1; %1.37), “Uygulamalı öğretimin önemi” (f=4; %5.48), “Yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı” (f=2; %2.74), “Eksiklerin farkına varma” (f=1; %1.37), “Pekiştirmede rolü” (f=2; %2.74), “Derinlemesine öğrenme sağlar” (f=3; %4.11), “İş birliği ve el becerisi gelişimini

destekler” (f=4; %5.48) ve “*Gerçek deneyde iş birliği ve diyalog gelişimi*” (f=1; %1.37) kodlarını belirtmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin gerçek deneylerin öğrenme sürecine sağladığı katkılara güçlü bir şekilde vurgu yaptıklarını göstermektedir. “*Bireysel ve psikolojik katkılar*” kategorisinde öğrenciler, “*Bireysel el becerisi yetersizliği*” (f=2; %2.74), “*Kişisel uyumsuzluk ve zorlanma*” (f=1; %1.37), “*Hata yaptığımda hocadan yardım aldım*” (f=1; %1.37), “*Deney yapmak öz güvenimi artırdı*” (f=1; %1.37) ve “*Gerçek deneye karşı ön yargımı yıktım*” (f=1; %1.37) kodlarını dile getirmiştir. Bu da öğrencilerin gerçek deneylerin bireysel beceri ve psikolojik gelişim üzerindeki etkilerini fark ettiklerini ortaya koymaktadır. “*Riskler ve güvenlik*” kategorisinde öğrenciler, “*Gerçek deneyler risklidir*” (f=2; %2.74), “*Kimyasal riskler*” (f=1; %1.37), “*Elektrik riskleri*” (f=2; %2.74), “*Kesici alet riskleri*” (f=1; %1.37), “*gerçek deneyde yanma gibi riskleri vardır*” (f=1; %1.37), “*Deneylerin tehlikeli yönlerinin kabulü*” (f=2; %2.74), “*Gerçek deneyin risklerini tedbir alıp yaparız*” (f=1; %1.37), “*Bilinçlendirme ve önlemlerle risk yönetimi*” (f=1; %1.37), “*Tehlikeli deneylerden önlem alarak çözüm üretme*” (f=1; %1.37), “*Risklerden dolayı alternatif deney arayışı*” (f=1; %1.37), “*Riskler eğitim zayıftır, sorun değildir*” (f=1; %1.37) ve “*Laboratuvarda önlemler sonrası yapılabilir*” (f=1; %1.37) kodlarını ifade etmişlerdir. Bu kodlar, öğrencilerin deneylerin olası risklerinin farkında olduklarını ancak önlem alarak süreci güvenli hale getirebileceklerini düşündüklerini göstermektedir. “*Zorluklar ve dezavantajlar*” kategorisinde öğrenciler, “*Gerçek deney zordur*” (f=3; %4.11), “*Gerçek deneyin yorumlama zorluğu*” (f=1; %1.37), “*Gerçek deneyde ölçüm zorluğu*” (f=2; %2.74), “*Gerçek deney çok zaman alıyor*” (f=1; %1.37), “*Gerçek deney uğraştırıcıdır*” (f=2; %2.74), “*Gerçek deneyde lojistik sorunlar*” (f=2; %2.74), “*Gerçek olmazsa mecburi teorik anlatım*” (f=2; %2.74) ve “*Malzeme yoksa sanal deney yaptırırım*” (f=1; %1.37) kodlarını dile getirmiştir. Bu durum, öğrencilerin deneylerin yürütülmesinde karşılaşılan güçlükleri ve lojistik kısıtları fark ettiklerini göstermektedir. Son olarak “*Alternatifler ve çözüm önerileri*” kategorisinde öğrenciler, “*Gerçek deneyden ziyade sanal laboratuvar anlamayı kolaylaştırır*” (f=1; %1.37), “*Kendi imkânlarımla gerçek deneyi yine de yaparım*” (f=4; %5.48), “*Gerçek deneylerin kolay olması*” (f=1; %1.37) ve “*Gerçek deneyde sınırlayıcı faktörler yok*” (f=1; %1.37) kodlarını belirtmişlerdir. Bu kodlar, öğrencilerin gerçek deneylerdeki eksiklikleri alternatif yollarla telafi etmeye çalıştıklarını ve çözüm odaklı yaklaşımlar benimsediklerini ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde öğrencilerin gerçek deneylere ilişkin görüşleri öğrenmeye katkılar, psikolojik etkiler, risk ve güvenlik, zorluklar ve çözüm önerileri başlıklarında dengeli bir

şekilde dağıldığı ancak özellikle öğrenmeye katkı ve iş birliği ile el becerisi gelişimi gibi olumlu yönlerin daha güçlü biçimde vurgulandığı görülmektedir.

Deney Grubu-II'nin gerçek deneylere yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“Çalıştığım kurumda bir laboratuvar olursa derslerimi hep laboratuvara da işlemek istiyorum. Çünkü bu çocukların da çok ilgisini çekiyor bence (Cenk).”

Cenk; öğretim sürecinde laboratuvar kullanımına önem veren, öğrencilerin derse olan ilgisini artırmak için deneysel uygulamaları tercih eden bir öğretmendir. Öğrencilerin dikkatini çekmenin ve öğrenmeyi daha etkili hale getirmenin en iyi yollarından birinin laboratuvar ortamı olduğuna belirtmektedir.

“Ya iki deney türüne de bir arada yer vermeye çalışırdım ama öncelik tabii ki benim laboratuvar ortamındaki deneyleri yapmak benim için daha iyi. Yani canlı canlı görmek daha etkili olacağını düşünüyorum öğrenciler için de (Sinem).”

Sinem, öğretim sürecinde hem teorik hem de farklı yöntemlere yer vermeyi önemsemekle birlikte önceliğini laboratuvar ortamındaki deneylere vermektedir. Canlı olarak yapılan deneylerin hem kendisi hem de öğrenciler için daha etkili ve anlamlı olduğunu vurgulamaktadır. Bu yaklaşım; onun gözlem ve uygulama temelli öğrenmeye değer veren, öğrencilerin öğrenme sürecini daha somut ve kalıcı hale getirmeyi amaçlayan bir öğretmen profilinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca farklı yöntemleri dengelemeye açık olsa da öğrenmede deneysel ortamı merkezde gören bir bakış açısına sahiptir.

“O durumda sınıfta malzeme temin ederim basit malzemelerle deney yapmaya çalışırım. Hiç imkan olmazsa o zaman teorik anlatmak zorunda kalırım (Duygu).”

Duygu; derslerinde uygulamayı ön planda tutmaya çalışan, imkanları elverdiği ölçüde deney yapmayı önemseyen bir öğretmendir. Laboratuvar bulunmadığı veya gerekli malzemeler olmadığı durumlarda bile sınıfta basit malzemelerle deney yapmaya çalışacağını ifade etmesi; onun çözüm odaklı, yaratıcı ve esnek bir yaklaşım sergilediğini göstermektedir. Ancak hiçbir imkanın olmadığı koşullarda teorik anlatımı tercih edeceğini belirtmesi, pratik uygulamayı öncelemesine rağmen gerektiğinde uyum sağlayabilen bir profil çizdiğini ortaya koymaktadır. Deney Grubu-II'nin sanal deneylere ilişkin görüşleri ile ilgili bulgular Tablo 4.34'te verilmiştir.

Tablo 4.34. Deney Grubu-II'in Sanal Laboratuvarlara İlişkin Görüşleri

Kategori	Kod	f	%
Ön hazırlık ve öğrenmeyi destekleme	Sanal laboratuvarın ön hazırlık rolü	14	13.75
	Sanal laboratuvarın gerçek deneyi doğrulaması	1	1.25
	Sanal laboratuvarlar önceden merak oluşturur sadece	1	1.25
	Laboratuvar deneyimi olmayan öğrenciye sanal gösteririm	1	1.25
	Sanal laboratuvarı ilk olarak sınıfta deneyimleme	1	1.25
	Bazı konular için sanal deney kullanılmalı	1	1.25
Güvenlik ve riskler	Sanal deneyler risksizdir	7	8.75
Kullanım zorlukları ve sınırlamalar	Sanal laboratuvar uygulamalarının arayüzü anlama sorunu	5	6.25
	Sanalda laboratuvarlarda alt yapı problemleri olabilir	1	1.25
	Sanal deneyler kafa karıştırıcıdır	1	1.25
	Sanal deney aşırı karmaşık	1	1.25
	Sanal deneyi çocuklar anlamayabilir	1	1.25
	Sanal laboratuvarlar beni sınırlandırmadı	4	5.00
	Sanal laboratuvarlar gerçek deney olarak görmeme	1	1.25
	Sanal laboratuvarları tercih etmeme	1	1.25
	Sanal deneyler soyut kavramları öğretmez	1	1.25
	Sanal laboratuvarlarda bildiklerim bana yeter	2	1.25
	Sanal laboratuvarlar derinlemesine öğrenme sağlamaz	1	1.25
	Sanal laboratuvarlar çok da önemli değil	1	1.25
	Sanal laboratuvarların el becerisini olumsuz etkilemesi	1	1.25
	Öğrenme ve kavramları görselleştirme	Sanal laboratuvarların görselleştirmeye katkısı	6
Sanal laboratuvarların öğrenmeyi kolaylaştırması		3	3.75
Sanal laboratuvarlar öğrenmede etkilidir		2	1.25
Sanal deneyleri bireysel olarak araştırdım		1	1.25
Sanal deneyi faydalı görme		1	1.25
Sanal laboratuvarların merak uyandırıcı olması		1	1.25
Sanal laboratuvarın test ortamı olması		1	1.25
Sanal laboratuvarlar zaman tasarrufu sağlar		3	3.75
Sanal laboratuvarların avantajları vardır		1	1.25
Sanal laboratuvar önemlidir		2	1.25
Sanal deneyler tercih ederim		1	1.25
Bireysel olarak sanal laboratuvar kullanım		1	1.25
Sanal laboratuvarın gerekliliği		1	1.25
Toplam		71	100.00

Tablo 4.34 incelendiğinde Deney Grubu-II'nin grup çalışmasına ilişkin görüşlerinin dört ana kategori altında toplandığı görülmektedir. Bu kategoriler sırasıyla ön hazırlık ve öğrenmeyi destekleme, güvenlik ve riskler, kullanım zorlukları ve sınırlamalar, öğrenme ve kavramları görselleştirme şeklindedir. Ön hazırlık ve öğrenmeyi destekleme kategorisinde katılımcıların büyük çoğunluğu, “*Sanal laboratuvarı ön hazırlık rolü*” (f=14, %13.75) ifadesiyle sanal laboratuvarların deney öncesi hazırlık sürecinde önemli bir araç olduğunu belirtmiştir. Daha az sıklıkla dile getirilen diğer görüşler ise “*Sanal laboratuvarın gerçek deneyi doğrulaması*” (f=1, %1.25), “*Sanal laboratuvarlar önceden merak oluşturur sadece*” (f=1, %1.25), “*Laboratuvar deneyimi olmayan öğrenciye sanal gösteririm*” (f=1, %1.25), “*Sanal laboratuvarı ilk olarak sınıfta deneyimleme*” (f=1, %1.25) ve “*Bazı konular için sanal deney kullanılmalı*” (f=1, %1.25)

şeklinde. Güvenlik ve riskler kategorisinde katılımcılar, “*Sanal deneyler risksizdir*” (f=7, %8.75) ifadesiyle sanal laboratuvar ortamlarının güvenli bir öğrenme alanı sunduğunu vurgulamışlardır. Kullanım zorlukları ve sınırlamalar kategorisinde öğrenciler, sanal laboratuvarların çeşitli kısıtları ve zorlukları olduğunu ifade etmişlerdir. En fazla belirtilen görüş “*Sanal laboratuvar uygulamalarının arayüzü anlama sorunu*” (f=5, %6.25) olmuştur. Ayrıca bazı katılımcılar “*Sanal laboratuvarlar beni sınırlandırmadı*” (f=4, %5.00) ifadesiyle olumlu bir deneyim aktarmışlardır. Bununla birlikte diğer görüşler daha düşük oranlarda dile getirilmiştir: “*Sanalda laboratuvarlarda alt yapı problemleri olabilir*” (f=1, %1.25), “*Sanal deneyler kafa karıştırıcıdır*” (f=1, %1.25), “*Sanal deney aşırı karmaşık*” (f=1, %1.25), “*Sanal deneyi çocuklar anlamayabilir*” (f=1, %1.25), “*Sanal laboratuvarlar gerçek deney olarak görmeme*” (f=1, %1.25), “*Sanal laboratuvarları tercih etmeme*” (f=1, %1.25), “*Sanal deneyler soyut kavramları öğretmez*” (f=1, %1.25), “*Sanal laboratuvarlarda bildiklerim bana yeter*” (f=2, %1.25), “*Sanal laboratuvarlar derinlemesine öğrenme sağlamaz*” (f=1, %1.25), “*Sanal laboratuvarlar çok da önemli değil*” (f=1, %1.25) ve “*Sanal laboratuvarların el becerisini olumsuz etkilemesi*” (f=1, %1.25). Öğrenme ve kavramları görselleştirme kategorisinde ise öğrenciler sanal laboratuvarların öğrenmeyi kolaylaştırıcı ve kavramsal anlamayı destekleyici yönlerini ön plana çıkarmışlardır. Katılımcılar arasında en çok belirtilen ifadeler “*Sanal laboratuvarların görselleştirmeye katkısı*” (f=6, %3.75) ve “*Sanal laboratuvarların öğrenmeyi kolaylaştırması*” (f=3, %3.75) olmuştur. Bunun yanı sıra “*Sanal laboratuvarlar öğrenmede etkilidir*” (f=2, %1.25), “*Sanal deneyi faydalı görme*” (f=1, %1.25), “*Sanal deneyleri bireysel olarak araştırırım*” (f=1, %1.25), “*Sanal laboratuvarların merak uyandırıcı olması*” (f=1, %1.25), “*Sanal laboratuvarın test ortamı olması*” (f=1, %1.25), “*Sanal laboratuvarlar zaman tasarrufu sağlar*” (f=3, %3.75), “*Sanal laboratuvarların avantajları vardır*” (f=1, %1.25), “*Sanal laboratuvar önemlidir*” (f=2, %1.25), “*Sanal deneyler tercih ederim*” (f=1, %1.25), “*Bireysel olarak sanal laboratuvar kullanırım*” (f=1, %1.25) ve “*Sanal laboratuvarın gerekliliği*” (f=1, %1.25) ifadeleri de bu kategori kapsamında yer almaktadır. Genel olarak öğretmen adayları, sanal laboratuvarları özellikle ön hazırlık sürecinde ve öğrenmeyi destekleme açısından yararlı bulmakta; güvenlik yönünden olumlu değerlendirmekte ancak kullanım kolaylığı ve derinlemesine öğrenme konusunda bazı sınırlılıklar ifade etmektedirler.

Deney Grubu-II'nin grup sanal laboratuvarlara yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“Çünkü işte öğrenciye sen bilgiyi verdin, tamam. Ama bilgi havada kaldı daha henüz. Kalıcı bir şey olmadı. Sanal laboratuvarı açtın mesela, orada çocuk biraz daha bir şeyler gördü. Hani deneyi mesela, deney yapacaksın, atıyorum basit bir devre kuracaksın. Devreyi nasıl kuracaksın? Ampermetre ve voltmetreyi nereye bağlayacaksın? Sanal uygulamada gördü. İşte biri paralel bağlanıyor, biri seri bağlanıyor, tamam. Çocuk bunu öğrendi. Şimdi bunu bir de kendi eliyle yapması lazım. O zaman daha kalıcı olacağını düşünüyorum. (Buket)”

Buket; akademik olarak öğrenci merkezli, deneyim temelli ve öğrenmenin kalıcılığına önem veren bir öğretim yaklaşımına sahip olarak tanımlanabilir. İfade, kişinin bilgi aktarımının tek başına yeterli olmadığını düşündüğünü ve öğrenmenin ancak uygulama ile pekiştiğini göstermektedir. Sanal laboratuvar uygulamalarını öğrencilerin kavramsal olarak anlamasını sağlamak için bir ön hazırlık aracı olarak değerlendirmekte, ancak gerçek deneyin öğrenmeyi kalıcı hâle getireceğini vurgulamaktadır. Bu bakış açısı, kişinin karma yaklaşımına açık olduğunu ve sanal ile gerçek deneyleri birbirini tamamlayıcı olarak kullandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif katılımını destekleyen, deneyimlemeyi ve uygulamalı öğrenmeyi önceliklendiren bir pedagojik anlayışa sahip olduğu anlaşılmaktadır. Genel olarak bu kişi; öğrencilerin öğrenmesini optimize etmeyi hedefleyen, uygulamaya dayalı ve deneysel öğrenmeye değer veren bir eğitimci profili çizmektedir.

“Bazıları konular için sanal ortamda çok daha yararlı oluyor. Çünkü tam anlamıyla göremiyoruz kendimiz yaptığımızı ama orada daha kolay oluyor görselleştirebiliyoruz, daha güzel oluyor. (Cenk)”

Cenk; akademik olarak öğrenci öğrenmesini desteklemeye odaklanan, görselleştirme ve kavramsal anlama araçlarına önem veren bir öğretim yaklaşımına sahip olarak tanımlanabilir. İfade; kişinin öğrencilerin kendi deneylerini yaparken süreci tam olarak gözlemleyemeyebileceklerini, ancak sanal ortamda bunun daha kolay ve etkili bir şekilde sağlanabileceğini düşündüğünü göstermektedir. Ayrıca sanal laboratuvarı her durumda değil, bazı konular için özellikle yararlı bir araç olarak seçici biçimde kullandığını vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, kişinin öğrenme sürecini optimize etmeyi hedeflediğini ve deneyim temelli öğrenmeyi destekleyen pedagojik bir anlayış benimsediğini ortaya koymaktadır.

“Yani eğer mesela okulda yeterli materyal yoksa deney yapabileceğin, oradan açıp yaptırabilsin çocuklara. Zaten bir de şey bu bir konuyu kazandırma için belki konuyu 5 dakikada anlatacaksın ama 4 saat falan yazıyor oraya. Çok fazla vaktin kalıyor. Yani 5 dakikada anlatıp sonra da sanal uygulamalardan öğrencilere tek tek yaptırabilirsin. Ve hepsi tek tek şey yapmış olur, öğrenmiş olur (Aslı).”

Aslı; akademik olarak öğrenci merkezli, pratik ve çözüm odaklı bir öğretim yaklaşımına sahip olarak tanımlanabilir. İfade, Aslı'nın okulda yeterli gerçek materyal olmadığında sanal laboratuvarı öğrencilerin deney yapabilmesi için bir alternatif olarak kullandığını göstermektedir. Ayrıca konuyu kısa sürede anlattıktan sonra sanal uygulamalar aracılığıyla öğrencilerin bireysel olarak deney yapmalarını sağlayarak öğretim sürecini verimli ve etkin hâle getirme yaklaşımını ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin aktif katılımını ve öğrenmenin pekişmesini destekleyen bir pedagojik anlayışa işaret etmektedir. Deney Grubu-II'nin teknolojiye ilişkin görüşleri ile ilgili bulgular Tablo 4.35'te verilmiştir.

Tablo 4.35. Deney Grubu-II'nin Teknolojiye İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular

Kategori	Kod	f	%
Teknolojinin gerekliliği ve kullanım önerileri	Fende teknoloji gereklidir	9	16.36
	Fende teknoloji kullanılmalı	3	5.45
	Derste videolar kullanım	9	16.36
	Derse giriş aşamasında teknoloji kullanımı	1	1.82
	Teknoloji kullanarak fen öğretirim	1	1.82
Teknolojinin öğrenmeye katkısı ve anlaşılır hale getirmesi	Teknoloji feni anlaşılır hale getirir	4	7.27
	Teknoloji fende dikkat çekmeye yarar	4	7.27
	Teknolojinin teorik bilgiyi tamamlama rolü	1	1.82
	Teknoloji soyut kavramları somutlaştırıyor	1	1.82
	Teknoloji öğrenmeyi kolaylaştırıyor	1	1.82
	Teknoloji kolaylık sağlar	2	3.64
	Lojistik imkansızlıkların üstesinden teknoloji ile gelme	1	1.82
Bireysel teknoloji yeterliliği ve deneyim	Teknoloji konusunda yeterliyim	4	7.27
	Teknolojide yeterliyimdir	3	5.45
	Teknolojide çoğu kişiden iyiyimdir	1	1.82
	Teknoloji deneyim ihtiyacım var	2	3.64
	Teknolojiyi takip edemiyorum	1	1.82
	Teknolojik yenilikleri sosyal medyadan takip ederim	2	3.64
Teknolojinin olumsuz etkileri	Teknolojik yenilikleri kendim araştırırım	1	1.82
	Teknoloji fen konuları tam anlaşılır hale getirmez	2	3.64
	Teknoloji el becerisini olumsuz etkiliyor	1	1.82
Toplam		55	100.00

Tablo 4.35 incelendiğinde Deney Grubu-II'nin teknolojiye ilişkin görüşlerinin dört ana kategori altında toplandığı görülmektedir. Bu kategoriler; teknolojinin gerekliliği

ve kullanım önerileri, teknolojinin öğrenmeye katkısı ve anlaşılır hale getirme, bireysel teknoloji yeterliliği ve deneyim ile teknolojinin olumsuz etkileri olarak sınıflandırılmıştır. Teknolojinin gerekliliği ve kullanım önerileri kategorisinde katılımcılar, fen öğretiminde teknolojinin gerekliliğini vurgulamışlardır. En sık dile getirilen ifadeler “*Fende teknoloji gereklidir*” (f=9, %16.36) ve “*Derste videolar kullanım*” (f=9, %16.36) olmuştur. Ayrıca “*Fende teknoloji kullanılmalı*” (f=3, %5.45), “*Derse giriş aşamasında teknoloji kullanımı*” (f=1, %1.82) ve “*Teknoloji kullanarak fen öğretirim*” (f=1, %1.82) ifadeleriyle de teknolojinin ders sürecine aktif biçimde entegre edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Teknolojinin öğrenmeye katkısı ve öğrenmeyi anlaşılır hale getirme kategorisinde katılımcılar, teknolojinin fen öğrenimini kolaylaştıran ve soyut kavramları somutlaştıran bir araç olduğunu ifade etmişlerdir. En fazla belirtilen ifadeler “*Teknoloji feni anlaşılır hale getirir*” (f=4, %7.27) ve “*Teknoloji fende dikkat çekmeye yarar*” (f=4, %7.27) olmuştur. Ayrıca “*Teknolojinin teorik bilgiyi tamamlama rolü*” (f=1, %1.82), “*Teknoloji soyut kavramları somutlaştırıyor*” (f=1, %1.82), “*Teknoloji öğrenmeyi kolaylaştırıyor*” (f=1, %1.82), “*Teknoloji kolaylık sağlar*” (f=2, %3.64) ve “*Lojistik imkânsızlıkların üstesinden teknoloji ile gelme*” (f=1, %1.82) ifadeleri de bu kapsamda yer almaktadır. Bireysel teknoloji yeterliliği ve deneyim kategorisinde öğrenciler, kendi teknoloji yeterliliklerine ve deneyimlerine yönelik görüşlerini paylaşmışlardır. Katılımcıların bir kısmı “*Teknoloji konusunda yeterliyim*” (f=4, %7.27) ve “*Teknolojide yeterliyimdir*” (f=3, %5.45) ifadeleriyle kendilerini yeterli görmektedir. Ayrıca “*Teknolojide çoğu kişiden iyiyimdir*” (f=1, %1.82) ifadesiyle bireysel öz güven vurgusu da yapılmıştır. Bununla birlikte bazı katılımcılar “*Teknoloji deneyim ihtiyacım var*” (f=2, %3.64) ve “*Teknolojiyi takip edemiyorum*” (f=1, %1.82) ifadeleriyle eksikliklerini belirtmişlerdir. Öte yandan “*Teknolojik yenilikleri sosyal medyadan takip ederim*” (f=2, %3.64) ve “*Teknolojik yenilikleri kendim araştırırım*” (f=1, %1.82) ifadeleri, bireysel farkındalık ve öğrenme isteğine işaret etmektedir. Teknolojinin olumsuz etkileri kategorisinde ise bazı katılımcılar, teknolojinin fen öğrenimi üzerindeki sınırlı ya da olumsuz yönlerini belirtmişlerdir. Bu kapsamda “*Teknoloji fen konuları tam anlaşılır hale getirmez*” (f=2, %3.64) ve “*Teknoloji el becerisini olumsuz etkiliyor*” (f=1, %1.82) ifadeleri öne çıkmaktadır. Genel olarak öğretmen adaylarının teknolojiyi fen öğretiminin ayrılmaz bir parçası olarak görmekte, öğrenmeyi desteklediğini düşünmekte ancak bazı teknik sınırlılıklar ve beceriye yönelik olumsuz etkileri de dile getirmektedirler.

Deney grubu II'nin grup teknolojiye yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“...Yani eylemsizlikte birçok deney var bu eylemsizliği gösteren videolar da var ki ben kendim çalışırken de izlemiştim. Çok etkili. Onları görünce zaten anlıyorsunuz ne demek istediğini. Tanımı verince çok soyut kalıyor (Ebru).”

Ebru, fen öğretiminde görsel materyallerin öğrenme üzerindeki etkisini vurgulayan bir öğretmen/öğrenci profilini temsil etmektedir. Deneysel süreçleri ve soyut kavramları somutlaştırmak için videoları etkin bir şekilde kullanmakta, öğrenmenin yalnızca tanımlarla sınırlı kalmaması gerektiğini savunmaktadır. Katılımcı, deneylerin görselleştirilmesinin kavramsal anlayışı güçlendirdiğini ve öğrencilerin somut örnekler üzerinden öğrenmesini kolaylaştırdığını belirtmektedir. Bu yaklaşım, öğrenme sürecinde deney ve görselleştirilmenin pedagojik önemine dikkat çeken bir öğrenme felsefesini yansıtmaktadır.

“Bence teknolojinin kullanılması gerekiyor. Çünkü sadece bilgiyi tahtaya yazmakla olmaz. Benim zamanımda daha teknoloji yeni yeni çıkmıştı. Bilgisayarlar vesaire. Böyle eğitim ortamlarına yeni giriyordu. Akıllı tahtamız yoktu mesela ilkokulda, ortaokulda vardı. Böyle hocalar geliyordu, resimler açıyordu, videolar açıyordu falan. Daha böyle, daha iyi oluyordu yani (Aslı).”

Aslı, teknolojinin öğretim sürecinde gerekliliğini savunan bir öğretmen profili sergilemektedir. Öğretim yöntemlerinin yalnızca geleneksel anlatım ve yazılı materyallerle sınırlı kalamayacağını vurgulamakta, teknolojik araçların (bilgisayarlar, akıllı tahta, videolar vb.) öğrenme deneyimini zenginleştirdiğini belirtmektedir. Katılımcı, teknolojik imkânların sınıfta kavramsal içeriklerin daha etkili ve anlaşılır biçimde sunulmasını sağladığını ve bu nedenle eğitsel süreçlere entegrasyonunun önem taşıdığını ifade etmektedir.

“Sürekli yeni uygulamalar çıktığı için hepsini kullanabileceğimi düşünüyorum. Bu zamana kadar kullandıklarımı gayet iyi bir şekilde açıp baktıysam, incelediysem gayet güzel bir şekilde kullanırım ama sürekli yeni bir uygulama çıkıyor, yeni bir yapay zeka geliştiği için sürekli yeni yeni şeyler çıkıyor. Hepsini takip etmekte zorlandığımı düşünüyorum. O yüzden yeterli olmayabilirim (Cem).”

Cem, teknolojik yeterlilik ve sürekli değişen dijital araçları takip etme konusunda bilinçli bir öğretmen profili sergilemektedir. Daha önce deneyimlediği ve kullandığı

uygulamaları etkin şekilde kullanabileceğini belirtirken sürekli ortaya çıkan yeni uygulama ve yapay zekâ teknolojilerini takip etmenin güçlük yarattığını ifade etmektedir. Bu durum, öğretmenin teknolojik yeterlilik algısının deneyim ve güncel takip kapasitesiyle sınırlı olduğunu göstermektedir. Deney Grubu-II'nin deney türü seçimine ilişkin görüşleri ile ilgili bulgular Tablo 4.36'da verilmiştir.

Tablo 4.36. Deney Grubu-II'in Deney Türü Seçimine İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular

Katılımcı	İfade
Duygu	<p>“İkisini bir arada kullanmayı tercih ederim. Önce sanal deneylerle öğrencilerin ön hazırlık yapmasını sağlarım. Sonra gerçek deneyle pekiştirme yaparım.”</p> <p>“En büyük avantajı hazırlık sağlıyor. Öğrenci, önce süreci sanal ortamda görüyor; sonra gerçek deney yaptığında çok daha kolay kavriyor.”</p>
Nazlı	<p>“Şöyle bilgileri teorikte böyle yüzeysel kaldı. Ama deneyle birlikte daha iyi oturdu. Deneyden önce de simülasyonla deneyince deneyin nasıl bir sonuç çıkaracağını az buçuk tahmin edebildik.”</p> <p>“Önce sanal kullanırım. Hı hı. Teknoloji üzerinden görürler farkındalık oluşur, hazırlık olur. Daha sonra da gerçek deney ile öğretirim kullanırım.”</p> <p>“Kendimden örnek vereyim. Laboratuvar sürecinde biz kuvvet deneyi yapmıştık ve bu deneyi de ilk önce sanalda denedik. Kütlesi, yay deneyinde falan. Orada ilk önce deneyin nasıl ilerlediğini ya da etkileyen faktörlerini rahat bir şekilde deneyerek görebiliyoruz. Kütleyi nasıl etkiliyor, yay gerilimi nasıl ilerliyor falan diye uzanımlarını. İlk önce bu bilgileri edindik. Daha sonra gerçek bir şekilde deneyi kurup öyle bir özen verdik.”</p>
Cenk	<p>“Sanırım akıllı tahtayı önce versek zaten orada her şey hazır ya her şeyi bilecekler. Ne olacağını da az çok tahmin edebilir zaten. Bazı kavram yanlışlarımız var o kanılar dışında. Tahmin edebilir. Ben önce deneyi yaptırırım. Sonrasında akıllı da tahtayı yaptırırım.”</p> <p>“Gerçek deneyler yapılmadan önce sanal yapılması bence işe yarıyor. Onun haricinde videolar, fotoğraflar, sanal uygulamalar çocukların çok ilgisini çekiyor. Öğrenmede etkili olduklarını düşünüyorum.”</p>
Cem	<p>“Yani sanal deneyleri, gerçek deneyleri yapmadan önce sanal deneyleri yaptık ve orada bir gördük neyin nasıl olacağını. Sonrasında da kendimiz gerçek deneyleri yaptığımızda daha iyi pekişiyor.”</p> <p>“Gerçek deney yapmadan önce bence iyi oluyor. Çünkü gerçek deneyle hazırlık oluyor. Önce sanal deneyi de görmüş oluyorsun. Sonra kendin yaparak gördüğünde ön hazırlık gibi oluyor.”</p>
Buket	<p>“Aslında önce sanal deneyi yapmak daha mantıklı. Çocuklar çünkü bir anda mesela önüne bir şeyleri koyunca hani ne yapacağını bilemeyebilir. Önce sanalda ne yapacağını bir görürse daha sonra eline malzemeleri verirsin, o yapabilir o zaman. Bilgili olur yani.”</p> <p>“Neyi nereye bağlayacağını orada görecektir, anlayacak. Sonra da benim yönlendirmem olmadan da eline ben kabloları verdiğimde neyi nereye bağlayacağını zaten biliyor olacak ve bunu yapacak. Sonra da artık lambası yanacak, ne kadar yandığını falan gözlemleyecek.”</p> <p>“Aslında bunlar bence bir bütün içinde. Yani sanal deneyde deneyin nasıl yapılacağını öğreniyor. Gerçek deneyde de öğrenmenin tamamını bitirmiş oluyor bence.”</p>

Tablo 4.36'nin devamı...

Katılımcı	İfade
Aslı	<p>“Öğrenci laboratuvarında daha önce deneyler falan yapan bir grupsa birlikte yaparız. Daha sonra bir de doğruluğunu test etmek için yanlışımız var mı diyerek sanaldan açarım.”</p> <p>“... daha önce bir laboratuvar ortamına girmeyen bir öğrenci için önce tahtada sanalları göstermem, ne yapacağımızı planlar ondan sonra ikinci aşamaya geçer, gerçek deneyleri yaparız.”</p>
Sinem	<p>“İlk önce sanalı kullanırdım çünkü çocuk zaten orada kafasında bir soru işareti oluşacak önceden. Daha sonra gerçek yapınca da ha bu böyleymiş diyecek. Daha bir merak oluşacak sadece önceden. Diğer türlü yaptığımızda niye olduğunu bile anlamayacak. Şunu şuraya yap bunu böyle yap bitmiş olacak gibi”</p>
Ebru	<p>“Ya şöyle aslında, sanal deneyler bizim burada yapacağımız deneyler için bir taslak içeriyor aynı zamanda. Yani orada yapabiliyoruz hani olması olası şeyleri görebiliyoruz. Daha sonra da burada bunu yaparak gözlemliyoruz zaten. Bu yüzden hani öncesinde benim için bir taslak görevi görüyor.”</p> <p>“Sanal deneyi de daha önce bir taslak hani demiştim ya daha önce taslak olarak gösterilmesinin daha olumlu etkileyeceğini düşünüyorum açıkçası.”</p>

Tablo 4.36 incelendiğinde katılımcıların öncelikli olarak sanal deneyleri tercih ettiği görülmektedir. Çoğu öğretmen adayı, sanal deneyleri gerçek deneylerden önce uygulamanın pedagojik açıdan avantajlı olduğunu vurgulamıştır. Öğretmen adayları gerekçeleri şu şekilde öne çıkmaktadır: Ön hazırlık ve kavramsal farkındalık: Sanal deneyler, öğrencilerin deney sürecini önceden görmelerini ve deneyin olası sonuçlarını tahmin etmelerini sağlar. Bu sayede öğrenciler, gerçek deney sırasında daha bilinçli ve etkin bir şekilde gözlem yapabilir. Örneğin Duygu, “Önce sanal deneylerle öğrencilerin ön hazırlık yapmasını sağladım. Sonra gerçek deneyle pekiştirme yaptım.” ifadesiyle bu yaklaşımı desteklerken Nazlı da “Deneyden önce simülasyonla deneyince deneyin nasıl bir sonuç çıkaracağını az buçuk tahmin edebildik.” diyerek benzer bir görüş sunmaktadır. Hata önleme ve güvenli öğrenme: Sanal ortam, deney sırasında yapılabilecek hataların önceden görülmesine ve böylece gerçek deneylerde hataların minimize edilmesine olanak tanır. Aslı, “Önce sanalda ne yapacağını bir görürse daha sonra eline malzemeleri verirsin, o yapabilir.” ifadesiyle bu durumu açıklamaktadır. Merak uyandırma ve ilgi çekme: Sanal deneyler, öğrencilerde merak ve keşif motivasyonu oluşturur; öğrenciler gerçek deneylere geçmeden önce soru sorma ve tahmin yapma fırsatı bulur. Sinem, “İlk önce sanalı kullanırdım çünkü çocuk kafasında bir soru işareti oluşacak önceden. Daha sonra gerçek deney yapınca da ha bu böyleymiş diyecek.” diyerek bu yaklaşımı örneklendirmektedir. Planlama ve taslak işlevi: Öğretmenler, sanal deneyleri bir taslak veya planlama aracı olarak kullanmaktadır. Böylece öğrenciler gerçek deneyleri yaparken süreci daha iyi yönetebilir. Ebru, “Sanal deneyler bizim yapacağımız deneyler için bir taslak içermektedir. Daha sonra da burada bunu yaparak gözlemliyoruz zaten.”

ifadesiyle bunu açıklamaktadır. Özetle öğretmen adayları, sanal deneyleri gerçek deneylerden önce tercih etmektedir. Gerekçeleri arasında öğrencilerin ön hazırlık yapabilmesi, kavramsal farkındalık kazanması, hataları önceden görebilmesi, merak ve ilgi uyandırması ve süreci planlamasına yardımcı olması yer almaktadır. Sanal deneyler, gerçek deneylerle birleştiğinde öğrenmenin daha etkili ve yapılandırılmış hâle geldiğini göstermektedir.

4.2.2. Kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik bulgular

Deney Grubu-I ve Deney Grubu-II'ye yönelik kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin nitel veri analiz bulguları aşağıda sunulmuştur.

4.2.2.1. Deney Grubu-I'e yönelik bulgular

Deney Grubu-I'e yönelik kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin nitel veri analiz bulguları aşağıda sunulmuştur. Deney Grubu-I katılımcılarından Berk'in kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.37'de verilmiştir.

Tablo 4.37. Deney Grubu-I Katılımcılarından Berk'in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	<p>“Bir cisim üzerine uygulandığında yön değiştirir. Yön değiştirmesini sağlayan bir etki olarak.”</p> <p>“Kuvvetin. Mesela ortam koşulunu da düşün. Üstelik sürtünmeli, sürtünmesiz ortamlar, yerçekimi, yerçekimsiz ortamlar. Bunlar daha farklılık gösterebilir. Hava direncinin olduğu ortamlar, olmadığı ortamlar”</p>
Hız Kavramı	<p>“Birim zamanda uygulanan yer değiştirme. Temel bilgilerden gideyim. Vektörlerdir bana. Birim zamanda uygulanan yer değiştirme.”</p>
İvme Kavramı	<p>“İvme. Genelde benim aklıma şey geliyor. Araba deneyleri. Klasik ve nettir yani.”</p> <p>“Mesela işte gaza basarsak, bir araba normal seyirinde hızıyla sabit bir hızla devam ederken mesela gaza basıyorum. Hızlanarak, yavaş yavaş hızlanarak bir artı pozitif yönde bir ivmelenebilir. Mesela aynı anda frene basmak. Negatif yönde ivmelenecek durabilir. Bunun tarzından.”</p> <p>“Yerçekimi ivmesi var mesela. Yani pozitif yönde, negatif yönde ivme. Evet, bunlar olabilir. Ya da işte hızlanan ivme. Hızlanan ivme. Pozitif yönde. Ya da yer değiştirme olunca aynı zamanda negatif yönde ivmelenme. Aslında negatif diye bir şey yoktur. Sadece şey yönü değiştiği için mesela biz o negatifliği, eksiği oraya koyarız. Öyle anlatabilirim.”</p>
Sürtünme Kuvveti	<p>“Sürtünme kuvveti, kinetik ve neydi? Bir tane daha var. Bilmiyorum.”</p> <p>“Sürtünme, aslında bunu kuvvetle de bağdaştırabiliriz. Nasıl bağdaştırırız? Mesela sürtünmesiz bir ortam var. Ben bu telefonu ittirdim de çok net bir şekilde gidip kayabilir yani. Durmayabilir. Ama sürtünme, bir direnç, bir kuvvet uygulanıp onu, yani hızını daha aza indirgeme. Hızını azaltacak. Sürtünme kuvveti zaten zıt yönde olduğu için.”</p> <p>“Sürtünme kuvveti her zaman. Zıt yönde bence. Zıt yönde. Çünkü sürtünme yani. Aynı yönde olsa devam eder. Sürtünmesiz ortam olur o zaman.”</p>

Tablo 4.37'de Berk'in kavramsal ifadeleri incelendiğinde kuvvet, hız, ivme ve sürtünme kavramlarını genel olarak bilimsel çerçevede doğru tanımladığı ve yer yer

günlük yaşamla ilişkilendirdiği görülmektedir. Kuvvet kavramı üzerine yaptığı açıklamalarda, kuvveti “*yön değiştirmeyi sağlayan bir etki*” olarak ifade etmesi, Newtoncu bakış açısıyla oldukça örtüşmektedir. Bunun yanında sürtünmeli–sürtünmesiz, yerçekimli/yerçekimsiz ve hava direnci olan/olmayan ortamlar gibi farklı koşullara atıfta bulunması; kavramı yalnızca soyut bir tanım olarak bırakmadığını, bağlamsal durumlarla ilişkilendirdiğini göstermektedir. Bu da Berk’in kuvvet kavramını esnek ve çok boyutlu düşündüğüne işaret etmektedir. Hız kavramı için yaptığı tanım, “*birim zamanda yer değiştirme*” şeklindedir ve ayrıca hızın vektörel bir nicelik olduğunu özellikle vurgulamıştır. Bu durum, Berk’in hız kavramını bilimsel ve formüle dayalı bir doğrulukla açıkladığını göstermektedir. İvme kavramında ise Berk, açıklamalarında günlük yaşamdan “*araba deneyleri*”ni örnek olarak vermiştir. Gaza basmayı pozitif ivme, frene basmayı ise negatif ivme olarak açıklaması kavramı doğru bir şekilde somutlaştırdığını göstermektedir. Ayrıca yerçekimi ivmesinden bahsetmesi ve ivmenin işaretini “*Aslında negatif diye bir şey yoktur, yön değiştiği için biz onu öyle yazarız.*” şeklinde açıklaması dikkat çekicidir. Bu ifade, işaret kavramını matematiksel bir gösterim olarak kavradığını ve gerçek olgunun kendisiyle karıştırmadığını göstermektedir. Dolayısıyla Berk’in ivme anlayışı hem bilimsel hem de kavramsal düzeyde güçlüdür. Sürtünme kuvveti ile ilgili açıklamalarında Berk, kinetik sürtünmeyi bildiğini ancak statik sürtünmeyi hatırlayamadığını ifade etmiştir. Bununla birlikte sürtünmeyi bir direnç olarak ve her zaman hareketin zıt yönünde etki eden bir kuvvet şeklinde açıklaması, bilimsel olarak doğrudur. “*Sürtünmesiz bir ortamda cisim çok net bir şekilde kayabilir, durmayabilir.*” ifadesi Newton’un birinci yasasına uygun bir kavrayışı yansıtmaktadır. Ayrıca sürtünmenin hareketi yavaşlattığını ve hızın azalmasına neden olduğunu belirtmesi, sürtünme kuvvetini doğru bağlamda değerlendirdiğini göstermektedir. Deney Grubu-I katılımcılarından Beyda’nın kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.38’de verilmiştir.

Tablo 4.38. Deney Grubu-I Katılımcılarından Beyda'nın Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	<i>"Hareket. Yol almak. Doğrusal hareket olabilir. Düzgün hareket olabilir. Arabaların hareketi olabilir mesela. Ya da bir masaya uygulanan kuvvet olabilir."</i> <i>"Mesela oturduğumuz masayı ittiğimi düşünelim. Ona bir kuvvet uyguluyorum ve bu kuvvet sonucunda masa hareket ediyor."</i> <i>"Mesela hareket eden bir cisim durdurabilir. Sürtünme kuvveti mesela. Hareket eden bir cisim durdurabilir, yavaşlatabilir, hızlandırabilir. Fark etmiyor yani."</i>
Hız Kavramı	<i>"Hız genel olarak böyle şey anlayamıyorum. Yer değiştirmenin zamanı bölümü müydü? Heyecanlandım. Arabanın hızı diyebilirim ama cevap veremeyeceğim"</i>
İvme Kavramı	<i>"İvme $F=m*a$ formülündeki a. Yani ivmede hocam nasıl desem yani ivme zaman grafiği vardı. İvme konum zaman grafiği vardı. İvme şey ben niye durdum böyle?"</i>
Sürtünme Kuvveti	<i>"Cisimleri durdurabilir. Hızlandırabilir. Yavaşlatabilir. O kuvveti."</i> <i>"Mesela kışın kış lastiği olabilir. Sürtünmeyi azaltır. Arabaların daha rahat gitmesini sağlar. Olabilir. Öyle."</i>
Hız, Kuvvet ve İvme Arasındaki İlişki	<i>"Zaten bir kuvvetin olması için hız ve ivmenin olmasını düşünüyorum. Olacağını düşünüyorum. En azından birinin olacağını düşünüyorum ki hız yani ilişkiyle hepsi."</i> <i>"Bir cisme kuvvet uyguladığımızı düşünelim. O cisim hızlanabilir. İvme kazanabilir. Öyle anlatırdım. Örneklerle anladık."</i> <i>"Ya zaten hızla ve sürat bilmiyorum. Genel olarak ben de ben dersi gördüğümünden beri hız ve sürati karıştırıyorum. Ve genel olarak böyle bir yanlışlığı olduğumu düşünüyorum."</i>

Tablo 4.38 incelendiğinde Beyda'nın kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik bilgi düzeyinin farklılık gösterdiği görülmektedir. Öğrenci; kuvveti günlük yaşamdan örneklerle ilişkilendirerek açıklayabilmekte, kuvvetin etkilerini (durdurma, hızlandırma, yavaşlatma) ifade edebilmektedir. Ancak hız ve ivme kavramlarında tanımsal düzeyde eksiklikler göze çarpmaktadır. Özellikle hız-sürat ayrımı konusunda kavram yanlışlığı yaşadığı ve ivmeyi daha çok formüle dayalı olarak hatırladığı görülmektedir. Sürtünme kuvvetini, günlük yaşamdan örneklerle açıklayabilmesine rağmen "hızlandırıcı" etkiden söz etmesi de kavramsal bir hatayı işaret etmektedir. Genel olarak öğrencinin kuvvet kavramına ilişkin bilgi düzeyi orta düzeyde iken hareket kavramları (hız, ivme ve bunların ilişkileri) konusunda bilgi düzeyinin yetersiz olduğu söylenebilir. Deney Grubu-I katılımcılarından Bulut'un kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.39'da verilmiştir.

Tablo 4.39. Deney Grubu-I Katılımcılarından Bulut'un Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	"Bir cismi... Bir cismi gerek hareket ettirmek gerek durdurmak, durdurmaya yarayan kuvvet işte."
Hız Kavramı	"Hız, başlangıç noktasına, bitiş noktasına doğrusal, çizgisel bir yolla.....mesafenin, o yolun mesafesinin geçen süreye bölme."
İvme Kavramı	"İvme de benim için bir arabanın işte... ..üstel olarak mı söylesem onu? Parabolik olarak hızlanması diyebilirim mesela veya parabolik olarak yavaşlaması. Burada bir ivme var mesela. Sabit hıza giderken işte ivmesi sıfır deriz. Ama hızlanan bir hareket yaparsa sabit hızlanan değil. Gittikçe hızlanan bir hareket yaparken mesela ivme deriz."
Sürtünme Kuvveti	"Bizim yaptığımız kuvvetin tersine olan bir kuvvet. Yani bizi durdurmaya çalışan bir kuvvet aslında." "...Yok. Her zaman tersine olmuyor. Mesela yürürken hareket ettiğimiz yönde sürtünme kuvveti de oluyor."
Hız, Kuvvet ve İvme Arasındaki İlişki	"...Sırasıyla giderim. Önce kuvveti veririm. Sonra bu kuvvetle mesela bir arabaya bağladım. Kuvvet konusunu. O arabadan işte hızı anlatırım. Çünkü hız deyince genelde çocukların aklına araba gelecek. Oradan hız kavramını anlatırım. Hız kavramını da verdikten sonra bu hızlanmanın nasıl hızlandığı, nasıl yavaşladığını anlatırken de ivmeyi kullanırım. İvmeyi anlatırken de ilerlerim."

Tablo 4.39 incelendiğinde Bulut, kuvvet kavramını bir cismi hareket ettirme ya da durdurma şeklinde açıklayarak kuvvetin temel etkilerini doğru bir biçimde ifade edebilmiştir. Ancak bilimsel tanım yapmada zorlandığı dikkat çekmektedir. Hız kavramını formüle dayalı olarak açıklamaya çalışsa da ifadesinde karışıklık yaşadığı görülmektedir. Bu durum, kavramı tam olarak içselleştiremediğini göstermektedir. İvme kavramında ise görece daha iyi bir kavrayışa sahip olduğu anlaşılmaktadır. Hızın değişimi ile ivme arasındaki ilişkiyi fark etmiş, sabit hızda ivmenin sıfır olduğunu ve hızlanan hareketlerde ivmenin varlığını ifade etmiştir. Ancak açıklamalarında "parabolik" gibi grafiksel terimler kullanmasına rağmen ifade bütünlüğünü koruyamadığı görülmektedir. Sürtünme kuvveti konusunda yaptığı açıklamalar, genellikle doğru olmakla birlikte yürüyüş örneğinde sürtünmenin yönünü aktarırken kavramsal bir karışıklık yaşadığı da söylenebilir. Hız, kuvvet ve ivme arasındaki ilişkiyi açıklarken öğretim sırasına dayalı bir yaklaşım sergilemiştir. Önce kuvveti, ardından hızı ve sonrasında ivmeyi anlatacağını belirtmesi; kavramlar arasında sezgisel bir bağlantı kurduğunu göstermektedir. Ancak bu bağlantıyı bilimsel düzeyde netleştirmede eksiklikleri vardır. Genel olarak öğretmen adayı, kuvvet ve sürtünme kavramlarında günlük yaşamla ilişkilendirme yapabilmekte; ivme konusunda görece daha doğru bir kavrayış sergilemekte ancak hız kavramında ve sürtünme kuvvetinin yönüyle ilgili açıklamalarında yetersizlikler yaşamaktadır. Bu bağlamda öğretmen adayının, bazı kavramlarda netleştirmeye ihtiyaç duyduğu söylenebilir. Deney Grubu-I katılımcılarından Onur'un kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.40'ta verilmiştir.

Tablo 4.40. Deney Grubu-I Katılımcılarından Onur'un Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	"Cismin yönünü, şeklini değiştiren etkiye kuvvet denir."
Hız Kavramı	"Birim zamandaki yer değiştirme."
İvme Kavramı	"Hızlanan ya da yavaşlayan harekete denir"
Sürtünme Kuvveti	"Kuvvete karşı uygulanan zıt kuvvet diyebiliriz. Mesela yürüyebilmemiz sürtünme sayesinde olur."
Hız, Kuvvet ve İvme Arasındaki İlişki	"Bir ilişki var ama nasıl anlatacağımı bilmiyorum. Önce kuvvetin tanımını, sonra hız ve ivmeyi anlatırım. Ama ivme grafikleri beni zorluyor."

Tablo 4.40 incelendiğinde Onur, kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin bilgi düzeyi oldukça iyi bir temel kavramsal anlayışa sahiptir. Öğrenci; kuvveti, cismin yönünü veya şeklini değiştiren etki olarak tanımlayabilmiş; tanımı bilimsel olarak doğru ve net bir biçimde ifade etmiştir. Hız kavramını "*birim zamandaki yer değiştirme*" şeklinde tanımlayarak formüle dayalı ve doğru bir kavrayış sergilemiştir. İvme kavramını da "*hızlanan ya da yavaşlayan hareket*" olarak açıklayarak temel niteliğini anlamış olduğunu göstermektedir. Sürtünme kuvveti konusunda günlük yaşam örnekleri üzerinden açıklama yapabilmiş ve kuvvetin zıt etkisi olarak tanımlamıştır. Bu yaklaşım doğru ve kavramsal olarak tutarlıdır. Hız, kuvvet ve ivme arasındaki ilişkiyi ise sezgisel olarak anlamaya çalışsa da özellikle ivme grafiklerini yorumlama konusunda zorluk yaşadığını belirtmiştir. Genel olarak öğretmen adayı; kuvvet, hız, ivme ve sürtünme kavramlarını temel düzeyde doğru ve kavramsal bütünlükle açıklayabilmektedir. Bilgi düzeyinde özellikle ivme grafiklerine ve kavramlar arası ilişkilerin detaylı anlatımına yönelik bazı güçlükleri bulunmaktadır. Deney Grubu-I katılımcılarından Emre'nin kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.41'de verilmiştir.

Tablo 4.41. Deney Grubu-I Katılımcılarından Emre'nin Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	"Kütlenin hareketi sonucu oluşan... Kütlenin... Hocam şu an cümleyi tam olarak kuramıyorum." " $F=m*a$ diye öğrendik. Formül edersek. Kütle çarpı ivme olarak öğrendik. Yani şu an bunu söyleyebilirim sadece."
Hız Kavramı	"Hız... Birim zamanda alınan süre diye öğrenmiştik."
İvme Kavramı	"İvme bir kütleli cismin hareket alınan yol muydu? Öyle bir şeydi sanırım hocam."
Sürtünme Kuvveti	"Kuvvete yapılan ters etki mi? Negatif kuvvet miydi? Öyle bir şeydi." "...Hayır negatif olmaz ama yavaşlanırsan yönde gibi bir şey ya. Şu an tam kuramıyorum. Aslında biliyorum."
Hız, Kuvvet ve İvme Arasındaki İlişki	"Kuvvet, hız ve ivme... Yani var evet hocam düşünüyorum ama... Şu an bunun cevabını veremem ki hocam." "Hocam hepsinin bir formülü var. Formüllerin hepsi birbiriyle bağlantılı. Yani mesela $F=m*a$ dan $V*t$ ile ilişkilendiririm... Yani hepsinin birbirleriyle ilişkilerini göstererek öğretebilirdim. Formüle ederek."

Tablo 4.41 incelendiğinde Emre'nin kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin bilgi düzeyi temel ve kısmen belirsiz bir görünüm sergilemektedir. Emre, kuvvet kavramını açıklamaya çalışsa da ifadelerinin parçalı ve karışık olduğu görülmüştür. Yalnızca $F = m*a$ formülünü hatırlayarak kavramı formül üzerinden tanımlayabilmektedir. Bu durum, kavramsal anlayışın sınırlı olduğunu ve daha çok ezbere dayandığını göstermektedir. Hız kavramını "birim zamanda alınan yol" şeklinde tanımlayarak temel bilgiyi hatırlasa da ifadesi eksik ve belirsizdir. İvme kavramında ise kavramı net olarak açıklamakta zorlanmakta ve tanımı yanlış veya eksik olabilmektedir. Sürtünme kuvveti konusunda da karışık ifadeler kullanmakta, yön ve etkisini açıklamakta güçlük çekmektedir. Zaman zaman doğru kavramı sezse de bunu net bir biçimde ifade edememektedir. Hız, kuvvet ve ivme arasındaki ilişkiyi kavramsal olarak açıklamakta zorlanmakta; yalnızca formüller üzerinden bağlantı kurabileceğini ifade etmektedir. Formüller aracılığıyla ilişkiyi gösterebildiğini belirtmesi, öğrencinin kavramları anlamaktan çok matematiksel ifadelerle ilişkilendirdiğini göstermektedir. Bu bulgular, Emre'nin kuvvet ve hareket kavramlarındaki bilgi düzeyini ve temel kavramları açıklayabildiğini göstermektedir ancak kavramsal netlik sınırlıdır. Öğrencinin güçlü olduğu alan formül bilgisi iken kavramsal açıklama ve ilişkilerde eksiklikler bulunduğu görülmektedir. Deney Grubu-I katılımcılarından Mustafa'nın kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.42'de verilmiştir.

Tablo 4.42. Deney Grubu-I Katılımcılarından Mustafa'nın Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	<p>"Kuvvet kavramı. Kuvvet bir cisme hareket ettirme etmeyi diyebiliriz."</p> <p>"Yok. Dünyanın bir çekim kuvveti var öyle oluyor. Yani yukarıdan aşağı değil insanın gök itimi varmış gibi oluyor ama öyle değil. Yani kavramın yanılığası olmaz."</p>
Hız Kavramı	<p>"Dönme hareketi var, titreşim hareketi var, itme hareketi var. Bunları etki eden faktörü kuvvet diyebiliriz. Mesela yer çekim kuvveti var yukarıdan aşağı böyle bir baskı uyguluyor."</p> <p>"İvmeye hızın süratle bölünmesi. Yani hızla orantılı olarak. Birim zamandan hız, yok, Birim zamandan hız diyebiliriz."</p>
İvme Kavramı	<p>"İvmenin çeşitleri vardı da tam olarak şu an hatırlayamadım. İvmenin çeşitleri vardı sanki."</p> <p>"Negatif olabiliyor veya pozitif olabiliyor. Mesela hızlanan bir araçta ivme pozitif oluyor ama artık artı x yönüne düşünürsek yani koordinat sistem üzerine düşünürsek artı x yönünde giden bir araç hızlanıyorsa ivmesi x olur ama artı x yönünde araç yavaşlıyorsa ivme tam tersi x,-x yönünde olur. İvme hızla göre değişebiliyor."</p> <p>"Sürtünme kuvveti de bu harekete zıt yönde oluşan bir kuvvettir. Bir direnç diyebiliriz daha doğrusu."</p>
Sürtünme Kuvveti	<p>"...Tam taban kısmında gerçekleşiyor sürtünme kuvveti. Mesela bir cisim düşünürsek, bir kutu düşünelim. Mesela kutuyu ittirdiğim zaman o tam tabana temsil ediyor. Yani yerle bağlantılı olan kesim. İki farklı cisim olması gerekiyor, sürtünmesi olması gerekiyor."</p> <p>"Bazı durumlarda, özel durumlarda hareketle aynı yönde olabiliyor. Bisiklet vardı sanki, yanlış hatırlamıyorsam. Ya yürümekti ya bisikletti. Harekette doğru orantıdaydı, aynı yöndeydi sürtünme kuvveti. Yanlış olabilir yani tam olarak hatırlamadığım kadarıyla. Peki kuvvet, hız ve ilme arasındaki ilişki var. İlişkiyi bir öğrencine anlatacak olsan, bunu nasıl anlatırsın? Arasındaki ilişkiyi."</p>

Tablo 4.42 incelendiğinde Mustafa'nın kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin bilgi düzeyinin değişken yanılgıları içerdiği görülmektedir. Kuvvet kavramını açıklarken "bir cismi hareket ettirme" şeklinde ifade etmiştir. Yer çekimi kavramını ise kütle çekimi ile ilişkilendirerek Newton yasalarına uygun düşünceler yansıtmıştır. Hız kavramını doğrudan tanımlamak yerine dönme, titreşim ve itme hareketi gibi farklı hareket türlerini sıralamış ancak bunları hız ile ilişkilendirmede net bir açıklama yapamamıştır. Bu durum hız kavramını tam olarak içselleştiremediğini göstermektedir. İvme konusunda ise başlangıçta hatalı tanımlar yapmış ("hızın süratle bölünmesi" gibi), sonrasında ivmenin yönüne ve pozitif/negatif olma durumuna dair daha doğru açıklamalara yönelmiştir. Özellikle koordinat sistemi üzerinden örnek vererek ivmenin hızın artış ve azalışına göre yön değiştirebileceğini açıklaması dikkat çekicidir. Ancak açıklamaları, zaman zaman karışık ve dağınık görünmektedir. Sürtünme kuvvetini genel olarak doğru tanımlamış, cisme etki eden zıt yönde bir direnç olduğunu ifade etmiştir. Günlük yaşamdan örnekler (kutunun tabanında gerçekleşmesi, bisiklet/yürüyüş örnekleri) vermiştir. Ancak

sürtünmenin her zaman zıt yönde olmadığı durumlarda verdiği örneklerde kendisinin de emin olmadığını ifade etmiştir. Bu bulgulara göre Mustafa'nın bazı kavramlarda sorunlar yaşadığı görülmektedir. Kuvvet ve hız kavramlarında gerekçe eksikliği vardır, ivme konusunda ise hem hatalı tanımları hem de doğruya yakın açıklamaları bir arada görülmektedir. Sürtünme kavramında günlük yaşamdan örneklerle açıklama yapabilese de yöne ilgili belirsizlikler yaşadığı görülmektedir. Deney Grubu-I katılımcılarından Nisa'nın kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.43'te verilmiştir.

Tablo 4.43. Deney Grubu-I Katılımcılarından Nisa'nın Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	<i>"Yani hareket ettirebilir, hareketi durdurabilir, yavaşlatabilir, hızlandırabilir. Normal şeklini falan da değiştirebilir."</i>
Hız Kavramı	<i>"Hız da yani bir maddenin dediğim gibi kuvvet uygulanınca harekete geçmesi diyebilirim."</i>
İvme Kavramı	<i>"Birim zamanda değişen hız.... Yani belli bir zamanda bir şeyin hızının değişmesi, ne kadar değişmesi olabilir."</i>
Sürtünme Kuvveti	<i>"Sürtünme kuvveti de bir maddenin hızına yani hareketine ters olabilir. Yani çok nadir aynı doğrultuda oluyor ama ters doğrultuda olan bir etki. O da kuvvet... Hareketle aynı doğrultuda da olabiliyor bazen... Zıtta da mesela yavaşlatabiliyor. Yavaşlatan kuvvet oluyor."</i>
Kuvvet, Hız ve İvme Arasındaki İlişki	<i>"Yani ivme, birim zamanında değişen hız miktarı zaten. Hız da ivme ile zaman çarpımı. Bunu nasıl anlatacağımı bilmiyorum ama sadece formülü biliyorum şu an."</i>

Tablo 4.43 incelendiğinde Nisa'nın, kuvvet kavramına ilişkin bilgisinin oldukça güçlü olduğu görülmektedir. Kuvvetin cisimler üzerindeki temel etkilerini; yani hareket ettirme, durdurma, hızlandırma, yavaşlatma ve şekil değiştirme özelliklerini doğru bir şekilde açıklamıştır. Bu yönüyle kuvvet kavramını bilimsel olarak doğru kavrayabildiği söylenebilir. Hız kavramında ise eksiklikler bulunmaktadır. Hızı, kuvvetle doğrudan ilişkilendirerek açıklamış ve *"kuvvet uygulanınca maddenin harekete geçmesi"* olarak tanımlamıştır. Bu ifade, hızın bağımsız bir kavram olarak anlaşılmadığını ve tanımsal açıdan yetersiz olduğunu göstermektedir. İvme kavramına ilişkin açıklamaları daha doğru olmakla birlikte sınırlıdır. İvmenin *"birim zamanda değişen hız"* olduğunu ifade etmiştir ki bu bilimsel olarak doğru bir tanımdır. Ancak hız ve ivme ilişkisini kavramsal düzeyde açıklamakta zorlanmış ve daha çok formüllere dayalı kalmıştır. Sürtünme kuvvetini genellikle doğru olarak *"hareketin ters yönünde etki eden kuvvet"* şeklinde açıklamış, hatta günlük yaşamla ilişkilendirmeye çalışmıştır. Ancak *"bazı durumlarda aynı yönde de olabilir"* şeklindeki ifadesi kavramsal bir belirsizlik taşımaktadır. Genel olarak Nisa'nın kuvvet kavramında oldukça başarılı, ivme ve sürtünme kavramlarında orta

düzeyde, hız kavramında ise yetersiz olduğu söylenebilir. Öğretmen adayının özellikle hız kavramını bağımsız ve doğru bir şekilde tanımlamaya ve sürtünmenin yönüne ilişkin yanlış anlamaları gidermeye ihtiyaç duyduğu anlaşılmaktadır. Deney Grubu-I katılımcılarından Nur'un kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.44'te verilmiştir.

Tablo 4.44. Deney Grubu-I Katılımcılarından Nur'un Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	<i>"Kuvvet oluşması için canlının belli bir enerjiye sahip olması ya da bu cansız madde de olabilir. İlgili cismin belli bir enerjiye sahip olması gerekiyor ve bunu bir şey oluşturabilmesi. Yani etki ve tepki gibi iki farklı faktörün oluşması gerekiyor. Temelde de bunun için enerji gerekiyor. Oluşumdan bahsedip çıkarsak bu şekilde ama kuvvet ve sonrası, kuvvetin etkileri nedir? Bunu bilmiyorum soruyorsanız ayrıntılı bakabiliriz."</i>
Hız Kavramı	<i>"Kuvvet zaten bulunan cismin hareketinin yönünü, şeklini değiştirebileceği için özellikle kendi laboratuvar ortamında basit düzeyde kuvveti uygulayacağımız insan gücüyle ona göre cisim seçerim. En basitinden teneke kutular olabilir. Teneke kutuları sıkığımızda büzülmesi ya da hava basıncıyla bir plastik şişenin veya bidonun açılması gibi onun üzerindeki etkiyi göstermek için kullanabilirim."</i>
İvme Kavramı	<i>"Hız kavramı düşündüğümüzde cismin ilgili zamandaki kat ettiği mesafe olarak aklıma geliyor. İlgili zaman, birim zamanı."</i>
Sürtünme Kuvveti	<i>"İvme gene birim zamandaki cismin hız değişimi, hız değişimi oranı."</i>
	<i>"Sürtünme belli şartlarda, özellikle hava gibi, katı diğer maddeler gibi mevcut bir ortam olması gerekiyor ve cismin bunlara karşı karşılaşmış olduğu direnç olarak. Eğer bunlar yoksa sürtünme olmayacak, herhangi bir şeyle dirençle karşılaşmayacak cismin."</i>
Kuvvet, Hız ve İvme Arasındaki İlişki	<i>"...Şimdi direnç olacağı için hareketlinin hareket yönüne zıt yönde olacaktır."</i>
	<i>"...Her zaman zıt yönde olmadığı durumlar oluyor tabii çok nadir olarak da. Derste de bunun bir konusunu işlemiştik. Tartışmıştık aramızda da hem hocamızla hem arkadaşlarımızla. Çok nadir durumlarda aynı yönde de olabiliyor cismin."</i>
	<i>"Bu kavramlar arasında ilişki vardır... Bunu iki türlü de yapabiliriz. Öncelikle simülasyonu ben kullanırdım. Simülasyon üzerinden etkilenen F net kuvvetinin ne kadar arttığında hızın ne kadar arttığını gösterirdim. Sürtünmenin ona göre nasıl arttığını ya da ivmenin ve durumunun neye göre azaldığını önce simülasyonla daha sonra da aynı simülasyonu uygulayarak görmelerini sağlarım."</i>

Tablo 4.44 incelendiğinde Nur'un kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin bilgisinin genel olarak orta düzeyde olduğu, bazı açıklamalarında doğru noktalara değinse de kavram yanılgıları barındırdığı görülmektedir. Kuvvet kavramı üzerine yaptığı açıklamalarda, kuvvetin oluşması için enerji gerektiğini ve etki-tepki faktörlerinden doğduğunu ifade etmiştir. Bu yaklaşım, kuvvetin kaynağını enerjiyle ilişkilendirmesi bakımından bilgi eksikliğine işaret etmektedir. Bununla birlikte kuvvetin etkilerini (yön değiştirme, şekil değiştirme vb.) doğru şekilde açıklayabilmiş ve günlük yaşamdan (teneke kutunun sıkılması, plastik şişenin basınçla büzülmesi) örneklerle desteklemiştir.

Bu durum, öğrencinin kuvveti uygulama ve deneysel bağlamda ilişkilendirme konusunda güçlü olduğunu göstermektedir. Hız kavramını, “*cismin ilgili zamandaki kat ettiği mesafe*” olarak açıklamış; bu ifade büyük ölçüde doğru olsa da “*mesafe*” yerine “*yer değiştirme*” ifadesini kullanmaması, kavramsal netlik açısından eksiklidir. İvme kavramını doğru biçimde “*birim zamandaki hız değişimi*” şeklinde tanımlamış, bu yönüyle bilimsel açıdan doğru bir kavrayış sergilemiştir. Sürtünme kuvvetini direnç olarak açıklamış ve ortamın (hava, katı yüzeyler vb.) varlığına bağlı olarak ortaya çıktığını belirtmiştir. Bu tanım doğruya yakındır. Ayrıca sürtünmenin hareket yönüne genellikle zıt olduğunu doğru şekilde ifade etmiş ancak “*çok nadir durumlarda aynı yönde olabileceğini*” söylemesi kavramsal bir belirsizlik içermektedir. Kuvvet, hız ve ivme arasındaki ilişki konusunda ise Nur; bu kavramların ilişkisini simülasyonlarla gösterebileceğini açıklamış ve özellikle deneysel/teknolojik araçlarla öğrencilerin bu bağlantıları gözlemlemesini önermiştir. Bu, öğretim yöntemine dair olumlu bir yaklaşım olup kavramlar arasındaki bağı fark ettiğini göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre Nur, kuvvetin etkilerini ve ivmeyi doğru tanımlayabilmiş; hız ve sürtünme kavramlarını kısmen doğru açıklamış ancak gerekçelerde eksiklikler yaşamıştır. En belirgin eksiklik, kuvvetin oluşmasını enerjiye bağlaması ve sürtünmenin nadiren aynı yönde olabileceğini söylemesidir. Buna rağmen günlük yaşamdan örnekler verebilmesi ve simülasyonlarla ilişki kurabilmesi, öğrenme sürecinde güçlü yönlerini yansıtmaktadır.

4.2.2.2. Deneysel Grubu-II’ye yönelik bulgular

Deneysel Grubu-II’ye yönelik kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin nitel veri analiz bulguları aşağıda sunulmuştur. Deneysel Grubu-II katılımcılarından Duygu’nun kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.45’te verilmiştir.

Tablo 4.45. Deneysel Grubu-II Katılımcılarından Duygu’nun Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	“ <i>Cisme etki eden ve hareketini ya da şeklini değiştiren etki olarak tanımlayabilirim...Net kuvvet, kuvvetlerin bileşkesidir. Bunu basit deneylerle gösterebilirim. Örneğin ip çekme oyunuyla iki kuvvetin etkisini deneyimleyebilirim.</i> ”
Hız Kavramı	“ <i>Cismin birim zamandaki yer değiştirmesi.</i> ”
İvme Kavramı	“ <i>Hızdaki değişim olarak tanımlayabilirim</i> ”
Sürtünme Kuvveti	“ <i>Cismi yavaşlatan ya da durduran kuvvet.</i> ”

Tablo 4.45 incelendiğinde Duygu, kuvveti cisme etki eden ve hareketini ya da şeklini değiştiren etki olarak tanımlamış; ayrıca net kuvveti kuvvetlerin bileşkesi şeklinde açıklamış ve ip çekme oyunu örneğiyle ilişkilendirmiştir. Hız kavramını cismin birim zamandaki yer değiştirmesi olarak ifade etmiştir. İvme kavramını ise hızdaki değişim şeklinde tanımlamış fakat zaman unsurunu belirtmemiştir. Sürtünme kuvvetini cisimi yavaşlatan ya da durduran kuvvet olarak açıklamış ve bu noktada sürtünmenin sadece engelleyici yönüne vurgu yaparak kavramı eksik görülmektedir. Deney Grubu-II katılımcılarından Nazlı'nın kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.46'da verilmiştir.

Tablo 4.46. Deney Grubu-II Katılımcılarından Nazlı'nın Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	<i>"Kuvvet... Bir cisme bir şey uyguladığınızda o cismin hızının şeklinin değiştiği bir şeydir diyebilirim."</i>
Hız Kavramı	<i>"Mesela bir süngere kuvvet uyguladığımda esnek bir cisme ama onu sadece şeklini değiştirir. Ama bir arabaya uyguladığımda onu sadece hızını etkileyebilir."</i> <i>"Bir arabanın ya da bir taşıtın diyeyim oradan ilerleyeyim. Belli bir zaman içerisinde ilerlediğim... Nasıl anlatayım bilimsel tanımını hatırlamıyorum ama..."</i>
İvme Kavramı	<i>"Mesela buradan Ankara'ya giderken diyeyim bir arabayla işte belirli bir yol almak için geçen süre diyebilirim."</i> <i>"İvme de bu hızdan hızlanması ve yavaşlaması diyebilirim."</i>
Sürtünme Kuvveti	<i>"Yani zaten bir ara hızlandığında ya da yavaşladığında ivme olur. Sabit bir hızla ilerlediğinde ivmesi olmaz. Yani ivmenin olabilmesi için aracın hızlanan mı? Ya da yavaşlayan olması gerekiyor."</i> <i>"Yüzey alanı arttığandan dolayı sürtünme kuvveti artıyor.... Harekete ters yönde olur"</i> <i>"Ters diye hatırlıyorum ama istisnası vardır herhalde. Yani emin değilim ondan."</i>

Tablo 4.46 incelendiğinde Nazlı, kuvveti cismin hızını veya şeklini değiştiren etki olarak tanımlamış; örneklerle (sünger, araba) kuvvetin farklı etkilerini açıklamaya çalışmıştır. Hız kavramını ise bilimsel tanımını hatırlayamadığını belirterek daha çok günlük yaşam örnekleri üzerinden (araba, yol, zaman) açıklamış ancak doğru tanımı verememiştir. İvme kavramını hızlanma ve yavaşlama olarak ifade etmiş, ayrıca sabit hızda ivmenin olmayacağını söyleyerek kısmen doğru bir açıklama yapmıştır. Sürtünme kuvvetini harekete ters yönde olan ve yüzey alanına bağlı artan kuvvet şeklinde açıklamış ancak istisnalar konusunda emin olmadığını belirtmiş ve kavramı tam olarak netleştirememiştir. Deney Grubu-II katılımcılarından Cenk'in kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.47'de verilmiştir.

Tablo 4.47. Deney Grubu-II Katılımcılarından Cenk'in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	"Yani bir cismi durduran hareket ettiren, yönünü değiştiren, şeklini değiştiren bir etki yani."
Hız Kavramı	"Yani ben ivmeyle ilişkilendiriyorum. Hızlanma, sabit hızlı hareket, doğrusal hareket yani yavaşlayan hareket olabilir. İvmeyle konum zaman işte yolla ilişkilenebilir. Birim zamanda yapılan yer değiştirme miktarı zaten tanımı da."
İvme Kavramı	"İvme yani birim zamanda yani hız değişimi oluyor. Sabit hızla giden bir cismin mesela ivmesi yoktur. Yani sıfırdır ama hızlanarak gidiyorsa onun ivmesi de oluyor."
Sürtünme Kuvveti	"Yani sürtünme kuvveti bizi yani yürümemizden tutun ki dünyada yaşamamızı sağlayan en temel kavramlardan bir tanesi zaten. Günlük hayatta çok fazla kullanıyoruz. Sürtünme kuvveti cismin yönüne zıt yönde oluyor."
Kuvvet, Hız ve İvme Arasındaki İlişki	"O şey olabilir mesela biz araba deneyi yapmıştık. Orada bırakıyorsunuz yukarıdan işte kütleyle $F=m*a$ aslında oradaki deney hali gibi. Onu vermiyorsun $F=m*a$ ama onu orada gerçekleştirmiş oluyorsun. Arabayı bıraktığında kütle fazla olan bir şeyin ivmelenmesi daha geçtir gibi. Onu orada verebilirim diye düşünüyorum."

Tablo 4.47 incelendiğinde Cenk; kuvveti cismin hareketini başlatan, durduran, yönünü veya şeklini değiştiren etki olarak tanımlamıştır. Hız kavramını ise birim zamanda yer değiştirme şeklinde doğru tanımlamış fakat açıklamasında sık sık ivmeyle ilişkilendirdiğini vurgulamıştır. Bu durum, hız ve ivme kavramlarını birbirine karıştırma eğilimini göstermektedir. İvme kavramını birim zamanda hız değişimi olarak açıklamış, ayrıca sabit hızla giden cisim için ivmenin sıfır olduğunu belirterek doğru bir yaklaşım sergilemiştir. Sürtünme kuvvetini günlük yaşam için gerekli, yönü harekete zıt olan kuvvet olarak tanımlamış ve yürümeyi örnek vermiştir. Kuvvet, hız ve ivme ilişkisini açıklarken ise $F=m*a$ formülüne dayalı bir deney örneği vermiş, fakat açıklamasında kütle fazla olan cismin ivmesinin daha geç gerçekleşeceğini söyleyerek kavramda bir yanlışlığa düşmüştür. Bu bulgular Cenk'in temel kavramları tanımlamada doğru ifadelerle yer verse de hız-ivme ilişkisini birbirine karıştırmakta ve kuvvet-kütle-ivme ilişkisini hatalı yorumlamakta olduğunu göstermektedir. Deney Grubu-II katılımcılarından Cem'in kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.48'de verilmiştir.

Tablo 4.48. Deney Grubu-II Katılımcılarından Cem'in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	"Kuvvet bir cisme etki eden, onun yönünü, doğrultusunu, şeklini değiştirebilen etki."
Hız Kavramı	"Hız da cismin yer değiştirmesi, birim zamandaki yer değiştirmesi olarak."
İvme Kavramı	"Hızdaki değişim geliyor aklıma."
Sürtünme Kuvveti	"Sürtünme kuvveti, kuvvete karşı uygulanan bir karşı kuvvet. İşte cismi yavaşlatan ya da durduran bir kuvvet."

Tablo 4.50 incelendiğinde Cem; kuvvet kavramını “*Cisme etki eden ve yönünü, doğrultusunu, şeklini değiştirebilen etki*” olarak tanımlaması doğru olmakla birlikte kuvvetin her zaman şekil değiştirmeye yol açtığı izlenimi kavram yanlışlığına işaret etmektedir. Hız kavramında “*Birim zamandaki yer değiştirme*” ifadesi doğru temeli yansıtmaktadır ancak yön bilgisinin belirtilmemesi ve hız ile yer değiştirme kavramlarının karışabilmesi kavramsal eksiklik yaratmaktadır. İvme ile ilgili ifadelerde ise hız değişimi ile ilişkilendirilmesi doğru olsa da yalnızca hız büyüklüğündeki değişimi dikkate alması ve yön değişimini kapsamadığı algısı bir kavram yanlışlığını göstermektedir. Sürtünme kuvveti tanımında temel doğru olmakla birlikte yalnızca yavaşlatıcı veya durdurucu etkisinin vurgulanması, sürtünmenin farklı bağlamlardaki dengeleyici veya yönlendirici etkilerini göz ardı etmektedir. Genel olarak Ahmet’in kavramsal anlayışı, doğru temellere dayanmakla birlikte özellikle ivme ve sürtünme kavramlarında eksik veya yanlış bağlamda yorumlamalar mevcuttur. Deney Grubu-II katılımcılarından Buket’in kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.49’da verilmiştir.

Tablo 4.49. Deney Grubu-II Katılımcılarından Buket’in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	“Kuvvet. Yani bir cisme uygulanan itme kuvveti, çekme kuvveti, yer çekimi. Onu hareket ettirebilecek ya da hareketini durdurabilecek her türlü. Hareket mi denir? Ne denir? Böyle bir şey.”
Hız Kavramı	“Hız. Yani hız örneklendirerek de açıklatabilirsin bunu. Yani bir cismin hareket etmesi yani hız.” “İvme işte hızdaki değişim.”
İvme Kavramı	“Yani mesela belli zaman diliminde bir saniyede atıyorum 10 m/s'lik bir hızla gidiyor. İkinci saniyede işte 15 gidiyor. Üçüncüde 17 gidiyor falan. Hani hızı değişiyor sürekli. Sabit hızla gitmiyor. Buna da biz ivme diyoruz.”
Sürtünme Kuvveti	“Cismi zıt yönde hareket ettiren etki diyebilirim”

Tablo 4.49 incelendiğinde Buket’in kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik ifadelerinin temel düzeyde bir bilimsel doğruluk içerdiği ancak kavramlar arasında karışıklıklar bulunduğu görülmektedir. Buket; kuvveti “*itme, çekme, yer çekimi, hareket ettirme ya da durdurma*” şeklinde tanımlamış ve kuvvetin etkilerini doğru biçimde dile getirmiştir. Bununla birlikte “*hareket mi denir?*” ifadesi, kuvvet ile hareket kavramlarının birbirine karıştırıldığını göstermektedir. Hız kavramı ise “*bir cismin hareket etmesi*” şeklinde açıklanmış, ancak hızın yönlü ve zamana bağlı nicelik olduğu boyutuna değinilmemiştir. Bu durum, katılımcının hız ile hareketi eş anlamlı düşündüğünü ortaya

koymaktadır. İvme kavramında ise katılımcı doğru bir biçimde “hızdaki değişim” ifadesini kullanmış ve örnekle açıklamaya çalışmıştır ancak burada da ivmenin zaman boyutu göz ardı edilmiştir. Sürtünme kuvveti tanımı ise “*cismi zıt yönde hareket ettiren etki*” şeklinde doğru ve yerinde bir açıklamadır. Bu bulgularda kavramların temel yönlerini içerdiği fakat bilimsel derinlikten uzak ve kavramlar arası geçişlerde karışıklıklar barındırdığı söylenebilir. Deney Grubu-II katılımcılarından Aslı'nın kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.50'de verilmiştir.

Tablo 4.50. Deney Grubu-II Katılımcılarından Aslı'ın Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
	<i>“Bir cisme hareket ettirebilen, hareket eden bir cisme durdurabilme özelliği gösteren diye tanımlayabilirim. Hani yaptığımız etki gibi olabilir.”</i>
Kuvvet Kavramı	<i>“Net kuvvet bir cisme etki eden kuvvetlerin toplamı olarak ifade edebilirim. Mesela ben buraya bir portakal koydum. Ben buradan çekiyorum. Başka bir öğrenci karşıdan çekiyor. İkimizin kuvvetlerin toplamını net kuvvet olarak açıklarım. Hatta ikimizin uyguladığı kuvvet eşit ve zıt yönlü, etki eden net kuvvet sıfırda buradan eylemsizliğe girebilirim mesela. Öğrencinin seviyesine göre.”</i>
Hız Kavramı	<i>“Hız nasıl tanımlayayım bunu size? Örneklendirerek de açıklayabilirim. Yani tanımı yer değiştirmesi. Hani birim zamandaki yer değiştirmesi ama kendimce ifade edemedim. Direkt tanım söyleyeyim.”</i>
İvme Kavramı	<i>“İvme alınan yol. Yani birim zamanda alınan yol. İvme de mesela yön önemli iken hız da yön önemli değildi. Çünkü yer değiştirmeye bakıyorduk.”</i>
	<i>“...mesela bir araba yukarıya doğru 10 metre gidip sonra tekrar aşağıya doğru 10 metre gitti. Yani alınan yolu farklı çıkıyor. Yer değiştirmesi mesela sıfır çıkıyor. Buradan da hızı ve alınan yolu yani sürati falan hesaplıyorduk.”</i>
	<i>“İvme, birim zamandaki hız değişimi olarak tanımlıyoruz ivmeyi. Onu da yani yer değiştirmesiyle gidiyorduk da. Kendimce ifade edemiyordum ama tanım olarak yapabiliyorum.”</i>
Sürtünme Kuvveti	<i>“Sürtünme kuvveti... Onu ifade edemeyeceğim şu an. Cümle olarak getiremiyorum çünkü.”</i>
Kuvvet, Hız ve İvme Arasındaki İlişki	<i>“Kuvvet, hız ve ivme... Hızla ivme arasında var onu. Zaten tanımdan da çıkartabiliriz. Kuvvetin ne olduğunu düşünüyorum. Bir cisme hareket eden bir cisme kuvvet uygularsak onun hızını arttırabiliriz. Hız artarsa ivmesi de artar mantıken.”</i>

Tablo 4.50 incelendiğinde Aslı'nın kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin ifadelerinin, kavramların temel özelliklerini barındırmakla birlikte zaman zaman kavramsal hatalar ve ifade güçlükleri içerdiği görülmektedir. Aslı kuvveti “*bir cisme hareket ettirme ya da hareket eden bir cismi durdurma*” şeklinde açıklamış ve bu tanım genel olarak doğru bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Ayrıca “*net kuvvet*” kavramını günlük yaşamdan örneklerle açıklamış, eşit ve zıt yönlü kuvvetler durumunda net kuvvetin sıfır olacağını belirtmiştir. Buradan “*eylemsizlik*” kavramına geçiş yapması, temel kavramlar arasında bağlantı kurabildiğini göstermektedir. Hız kavramına ilişkin olarak katılımcı,

tanımı doğrudan “zamandaki yer değiştirme” şeklinde aktarmış ancak kendi ifadeleriyle açıklamakta zorlandığını belirtmiştir. Bu durum kavramı tanısa da kavramsal anlamlandırmada sıkıntı yaşadığını göstermektedir. İvme kavramında ise katılımcının ilk açıklamasında hatalı bir ifade (“ivme alınan yol”) kullandığı, daha sonra ise doğru tanım olan “birim zamandaki hız değişimi”ne ulaştığı görülmektedir. Aslı, örnekler vererek hız–yer değiştirme–sürat arasındaki farklara da değinmiştir fakat açıklamalarının yer yer karışık ve yüzeysel olduğu söylenebilir. Sürtünme kuvveti ile ilgili soruda katılımcı kavramı ifade etmekte zorlandığını ve açıklayamadığını belirtmiştir. Kuvvet, hız ve ivme arasındaki ilişkiye dair açıklamasında ise “kuvvet uygulanırsa hız artar, hız artarsa ivme de artar” şeklinde mekanik bir bağ kurmuştur. Burada hız ile ivme arasındaki fark tam olarak netleştirilememiştir. Bu bulgulara göre kavram bilgisi, bazı temel doğruları içermekle birlikte tanımları kendi ifadesiyle aktarmada yetersizlik, kavramsal karışıklık ve yüzeysellik taşımaktadır. Özellikle ivme ve hız kavramları arasındaki ayrımı net olarak kuramadığı, sürtünme kuvveti konusunda ise bilgisini ortaya koymakta güçlük yaşadığı görülmektedir. Deney Grubu-II katılımcılarından Sinem’in kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.51’de verilmiştir.

Tablo 4.51. Deney Grubu-II Katılımcılarından Sinem’in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	“Kuvvet kavramı bir cismi harekete geçirmek için gereken güç diyebilirim.”
Hız Kavramı	“Farklı etkileri olur. Şekil değişikliğine etkisi olur. Duran cismi harekete geçirir. Hareket eden cismi durdurabilir.”
İvme Kavramı	“Hız kavramı... Şu an doğrudan bir tanım yapmak istemiyorum.”
İvme Kavramı	“İvme kavramı bir cismi sabit hızla gidiyorsa ona ivme etki etmesi demek kuvvet olması anlamına gelir. Veya duran bir cismi vardır. Ona kuvvet uygulanır ve ivme oluşur. İvme kuvvet olmasını zorunlu kılar aslında. Negatif veya pozitif herhangi bir yönden.”
İvme Kavramı	“İvme. Yani kuvvet. İvme aslında bir kuvvet olmuş oluyor ki ivme oluyor.”
İvme Kavramı	“Cisme etki eden negatif yönlü bir kuvvet. Cismın hareket yönünün tersine harekete, tersine yönlü bir kuvvet.”
Sürtünme Kuvveti	“Yani kuvvet ne tarafa doğruysa her zaman tersinedir. Çünkü her zaman bir direnç gösterecektir. Aynı zamanda bir cismi ilk başta harekete geçirirken ki sürtünme, uygulayacağımız kuvvet daha fazla olur. Yani harekete geçirdikten sonra sürtünme kuvveti daha az olur. O da dinamik ve bir şey sürtünme kuvveti de onu unuttum şu an.”
Kuvvet, Hız ve İvme Arasındaki İlişki	“Bir kuvvet vardır. Kuvvet aslında ivmeyi de belirlemiş oluyor. Hızda bunların sonucu aslında doğmuş oluyor diyebilirim.”
Kuvvet, Hız ve İvme Arasındaki İlişki	“Bir cisme kuvvet uyguladığında bir metre bölü saniye kare hızla hareket etmesi için gereken kuvvet zaten bir Newton olarak belirtiliyor. Özellikle arabalardan örnek verebilirdim. Araçlarda tork vardır. Tork da aslında bir... Şu an aklıma gelmedi.”

Tablo 4.51 incelendiğinde Sinem'in kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin açıklamalarının bazı yönlerden doğru olduğu ancak özellikle ivme kavramında ciddi kavramsal karışıklıklar içerdiği görülmektedir. Sinem; kuvveti “*bir cismi harekete geçirmek için gereken güç*” olarak tanımlamış; ardından kuvvetin şekil değişikliği, duran cismi harekete geçirme ve hareket eden cismi durdurma etkilerini doğru şekilde ifade etmiştir. Bu durum kuvvetin farklı etkilerini fark ettiğini göstermektedir. Hız kavramı ile ilgili olarak ise katılımcı doğrudan bir tanım yapmak istememiş, herhangi bir açıklama getirmemiştir. Bu durum kavram bilgisinde belirsizlik veya yetersizlik olduğunu düşündürmektedir. İvme kavramına ilişkin ifadelerinde katılımcı, ivmeyi doğrudan kuvvet ile özdeşleştirmiştir. “*İvme aslında bir kuvvet olmuş oluyor*” ifadesi, ivme ve kuvvet arasındaki temel farkı ayırt edemediğini göstermektedir. Bunun yanında ivmenin pozitif ve negatif yönlü olabileceğini belirtmesi, kavramın bazı boyutlarını fark ettiğini ancak doğru ilişkilendiremediğini ortaya koymaktadır. Sürtünme kuvvetini ise “*cisme etki eden negatif yönlü, hareketin tersine etki eden kuvvet*” olarak tanımlamış ve doğru bir açıklama yapmıştır. Ayrıca statik sürtünme ile dinamik sürtünme arasındaki farkı belirtmeye çalışmış fakat terimi hatırlayamadığını dile getirmiştir. Bu durum kavrama yönelik bilgisinin yüzeysel olduğunu göstermektedir. Kuvvet, hız ve ivme arasındaki ilişkiye dair açıklamasında ise kuvvetin ivmeyi belirlediğini, hızın ise bunun sonucu ortaya çıktığını ifade etmiştir. Bu açıklama genel olarak doğru bir ilişkilendirme olsa da ifadelere bakıldığında kavramsal netlikten uzak ve yüzeysel bir anlatım söz konusudur. Ayrıca günlük yaşamdan (araçlardaki tork örneği) bağ kurmaya çalışmış ancak açıklamasını tamamlayamamıştır. Bulgulara göre kuvvet ve sürtünme kavramlarını temel düzeyde doğru yansıtırken hız kavramına dair açıklama yapamaması ve ivmeyi kuvvetle özdeşleştirmesi, kavramsal anlamda eksiklikler yaşadığını göstermektedir. Deney Grubu-II katılımcılarından Elif'in kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 4.52'de verilmiştir.

Tablo 4.52. Deney Grubu-II Katılımcılarından Elif’in Kuvvet ve Hareket Kavramlarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Boyut	İfade
Kuvvet Kavramı	“Cismin hızını yönünü doğrultusunu şeklini değiştiren etki benim için kuvvet deniyor.”
Hız Kavramı	“Hız da cismin birim zamandaki yer değiştirmesi.”
İvme Kavramı	“Hızdaki değişim miktarı ivmedir.” “Yavaşlayabilir, artabilir. Bu ikisi de ivmeyi artıran şeylerdir.”
Sürtünme Kuvveti	“Sürtünme kuvveti hareketi olumlu veya olumsuz etkileyen yani günlük hayatımızı aynı zamanda kolaylaştıran bir etkidir benim için.” “Eğer bir değişik bir cisim yoksa sürekli aslında hareketin tersindedir.”
Kuvvet, Hız ve İvme Arasındaki İlişki	“Yani bunu tabii ki sürtünmesiz ortamda bir tık daha fazla etkiyle öğretilir. Bunu sanal ortamlarda örnek animasyonlarını kullanılarak öğretebileceğimi düşünüyorum. Bu normal sürtünmesiz ortamda öğretebileceğini düşünüyorum. Tabii ki sürtünme de de öğretilir. Kuvvet arttıkça cismin hızının artacağı daha sonra ivmenin de bu yönde artacağı şeklinde de öğretilir.”

Tablo 4.52 incelendiğinde Elif’in kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin ifadelerinin genel olarak bilimsel doğruluk taşıdığı ancak bazı yerlerde yüzeysel açıklamalar içerdiği görülmektedir. Katılımcı kuvveti “*cismin hızını, yönünü, doğrultusunu ve şeklini değiştiren etki*” olarak tanımlamış; bu yönüyle kuvvetin temel özelliklerini doğru biçimde ifade etmiştir. Hız kavramını “*cismin birim zamandaki yer değiştirmesi*” şeklinde tanımlamış ve doğru bir açıklama yapmıştır. İvme kavramında ise “*hızdaki değişim miktarı*” ifadesini kullanmış, bununla birlikte ivmenin hem artma hem de azalma durumlarını kapsadığını belirtmiştir. Bu, ivmenin çift yönlü bir nicelik olduğunu fark ettiğini göstermektedir. Sürtünme kuvvetine ilişkin açıklamalarında katılımcı, sürtünmenin hem olumlu hem de olumsuz etkilerinden bahsetmiş; günlük yaşamdaki işlevine vurgu yapmıştır. Ayrıca sürtünmenin çoğunlukla hareketin ters yönünde etki ettiğini ifade ederek kavramı doğru şekilde tanımlamıştır. Kuvvet, hız ve ivme arasındaki ilişki konusunda ise katılımcı; bu durumun özellikle sürtünmesiz ortamda daha net öğretilbileceğini belirtmiş ve öğretim bağlamına değinmiştir. Bunun yanında kuvvetin artmasıyla hızın ve ivmenin artacağı yönünde bir ilişki kurmuştur. Bu ilişkilendirme Newton’un ikinci yasasıyla örtüşmekle birlikte hız–ivme farkının daha derinlemesine açıklanmadığını göstermektedir. Bu bulgulara göre bilimsel olarak büyük ölçüde doğru olduğu, özellikle hız ve ivme tanımlarını yerinde kullandığı ancak açıklamaların yüzeysel kaldığı ve öğretim bağlamına kaydığı söylenebilir.

4.3. DeneY Grubu-I'de yapılan gözleme ilişkin bulgular

Bu bölümde araştırmacı tarafından DeneY Grubu I'e ilişkin tutulan gözlem notları ayrıntılı biçimde sunulmaktadır. Çalışma kapsamında DeneY Grubu I'de yer alan katılımcılar, araştırmacının herhangi bir yönlendirmesi olmaksızın gözlemlenmiş; ders anlatım süreçleri, gerçek deneY uygulamaları ve sanal laboratuvar kullanımlarına ilişkin notlara yer verilmiştir. Bu aşamada her öğrenci, grubu altı hafta aralıklarla ders anlatımında bulunmuşlardır. Araştırmacı her grubu iki defa gözlemlemiş ve notlar almıştır.

Onur, dersine öğrencileri öğrenme sürecine aktif biçimde dâhil ederek başlamıştır. Öncelikle sunum materyallerinden yararlanmış, temel kavramları öğrencilerin kendi ifadeleriyle dile getirmelerini sağlamış ve böylece mevcut kavram yanlışlarını ortaya çıkararak düzeltmiştir. Dersin ilerleyen aşamalarında sınıf içinde dolaşarak öğrencilerin dikkatini toplamış, onların hazır bulunuşluk düzeylerini ölçmüş ve bu doğrultuda teorik anlatıma geçiş yapmıştır. Öğrenme sürecini görsellerle destekleyerek kavramların daha somut hale gelmesini sağlamış, kavramlar arasında anlamlı ilişkiler kurmuş ve günlük yaşamdan örnekler vererek konunun öğrenciler tarafından içselleştirilmesine katkıda bulunmuştur. Özellikle “kuvvet ve hareket” ünitesine ilişkin temel kavramları sunum aracılığıyla açıklamış; ardından gerçek deneyler gerçekleştirerek hız, zaman ve ivme gibi kavramları gerçek deneysel düzeneklerle uygulamalı biçimde aktarmıştır. Bu aşamadan sonra sanal laboratuvar uygulamalarına geçerek aynı kavramları dijital simülasyon ortamında yeniden ele almış, böylece öğrencilerin hem gerçek deneylerle hem de sanal deneylerle öğrenme fırsatı elde etmelerini sağlamıştır. Süreç içerisinde karşılaşılan teknolojik aksaklıklara alternatif çözümler üreterek dersin akışını kesintiye uğratmadan sürdürmesi, öğretim sürecine yönelik esnekliğini ve problem çözme becerilerini ortaya koymuştur.

Berk, dersin başında öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmak amacıyla çeşitli sorular yönelmiş ve kavramlar arasındaki bağlantıları vurgulamıştır. Öğrencilerden gelen geri dönütleri dikkate alarak doğru ve yanlış kavramlar arasında ilişkiler kurmuş, ardından sürat konusuna geçiş yapmıştır. Ön bilgileri test ettikten sonra öğrencilerin cevaplarını değerlendirmiş, geri bildirimlerde bulunmuş ve günlük yaşamla ilişkilendirilmiş ek sorular yönelterek süreci zenginleştirmiştir. Bu soruları farklı örneklerle açıklayarak kavramların öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Öğrencilerden hız ve sürat kavramlarına ilişkin yanıtlar istemiş, devamında

ivme–zaman grafiği üzerinden yeni sorular yönelterek öğrencilerin düşünme süreçlerini harekete geçirmiştir. Konuyu teorik bilgiler ışığında açıklamış, bu açıklamaları ilgili formüllerle desteklemiştir. Dersin sonunda bölüm sonu değerlendirme soruları sorarak öğrencilerin cevaplarını toplamış, bu cevapları farklı örneklerle pekiştirmiş ve sınıfta tartışma ortamı oluşmasına katkı sağlamıştır. Böylece öğrencilerin fikir paylaşımı ve aktif katılımı desteklenmiştir. Dersin ilerleyen aşamalarında öğrencilerden gelen bazı sorulara teorik bilgisinin yetersiz kalması üzerine, grup arkadaşı sürece dâhil olmuş ve merkezci ivme ile dairesel hareket arasındaki ilişkiyi açıklayarak eksikliği gidermiştir. Bu aşamalarda gerçek deneylere de yer verilmiş, hemen ardından Berk sanal laboratuvar simülasyonlarını kullanarak aynı kavramların pekiştirilmesi için dijital deneyler yapmaya devam edeceğini belirtmiştir.

Emre, dersin açılışını yaparak öğrencilere dersin genel akışı hakkında bilgi vermiştir. Ardından temel kavramlara giriş yapmış, öğrencilerin ön bilgilerini test etmiş ve koordinat sistemi üzerine açıklamalarda bulunmuştur. Gerçek deneylerden sonra, GeoGebra yazılımından yararlanarak iki ve üç boyutlu koordinat sistemlerini görsel olarak sunmuş, bu sayede öğrencilerin kavramları daha somut bir şekilde kavramalarını sağlamıştır. Öğrencilerden gelen sorular doğrultusunda vektörel ve skaler niceliklere değinmiş, bu kavramların bilimsel anlamlarını açıklığa kavuşturmuştur. Ayrıca yön ve doğrultu arasındaki farkları tartışarak konuyu günlük yaşam örnekleriyle ilişkilendirmiştir. Öğrencilerin düşünme süreçlerini desteklemek amacıyla vektörün fiziksel olayların açıklanmasındaki gerekliliğini sorgulatmış ve bu tartışmayı takiben birim vektör konusuna geçiş yapmıştır. Dersin uygulama kısmında gerçek deney düzenekleri kurarak kuvvetlerin eşit ve eşit olmaması durumunda sistemin nasıl hareket edeceğini göstermek amacıyla gerçek deneylere yer vermiştir. Bu deneyler aracılığıyla öğrencilerin kuvvet ve hareket ilişkisini doğrudan gözlemlemeleri sağlanmıştır. Emre'nin önceki mesleki deneyimlerinin de ders içeriğine katkı sağladığı görülmektedir. Ticari gemilerde uzun süre çalışmış olması nedeniyle koordinat sistemi ve bağıl hız kavramlarını gemi sistemleri üzerinden somutlaştırmış, bu bağlamı kullanarak simülasyonlar aracılığıyla kavramların daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmuştur.

Bulut, dersine ivme kavramını tanımlayarak başlamış ve ivmedeki değışimlere ilişkin açıklamalarda bulunmuştur. Hareket eden ve duran cisimlerin hızları üzerine konuşarak konuyu günlük yaşam örnekleriyle ilişkilendirmiştir. Öğrencileri sürece aktif biçimde dahil etmiş, yer çekimi ivmesi üzerine hazır bulunuşluklarını sorgulamış ve Newton'un birinci yasası kapsamında uzay ortamındaki kuvvetlere değinmiştir. Ayrıca

ilgili formülün nasıl türetildiğini ve nasıl değerlendirildiğini açıklamış, bu açıklamaları yine günlük olaylarla pekiştirmiştir. Sınıf ortamında serbest düşme konusuna ilişkin tartışmalar yürütülmüş, öğrencilerin muhakeme becerileri desteklenmiştir. Bu süreçte kütle ve yer çekimi kavramları arasında ciddi kavram yanlışları gözlenmiştir. Yalnızca bir öğrencinin doğru kavramı ayırt edebilmesine karşın diğer öğrenciler farklı görüşler ortaya koymuş ve tartışma ortamı doğmuştur. Araştırmacı, bu kavram yanlışlarını gidermek amacıyla sürece müdahil olmuş; kütle çekimi ile yer çekimi arasındaki farkların anlaşılması için yönlendirici sorular kullanmıştır. İvme ve kütle arasındaki ilişkiyi daha somut hale getirmek için sabit hızla ilerleyen bir arabaya farklı ağırlıklar yerleştirilerek talim şeridi üzerinde kuvvet, ağırlık ve ivme ilişkisini gösteren gerçek bir deney tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bu deney aracılığıyla öğrencilerin kavramları deneyimleyerek öğrenmeleri sağlanmıştır. Bulut, aynı zamanda ivme–kuvvet ilişkisini sanal laboratuvar uygulamalarıyla pekiştireceğini belirtmiş ve otobüs hareketleri üzerinden oluşturulan simülasyon örnekleriyle ders anlatımını tamamlamıştır.

Mustafa, dersine etki kavramını ele alarak başlamış ve öğrencilerden etki–tepki kuvvetlerine ilişkin sorulara yanıt vermelerini istemiştir. Özellikle “Tepki kuvveti nedir?” sorusu üzerinden sınıfa yönelttiği sorularla öğrencilerin düşünme süreçlerini harekete geçirmeye çalışmıştır. Öğrencilerin yanıtlarını tek tek dinlemiş, konuyu günlük yaşamdan örneklerle ilişkilendirmiştir. Bu bağlamda çekiçle cam kırma olayını örnek göstermiş, kuvvetlerin etki–tepki ilişkisini somutlaştırmaya çalışmıştır. Ayrıca uzay ve çekim kuvvetleriyle ilgili kavramlara değinmiş, roketlerin hareketi üzerinden günlük yaşamla bağlantılar kurmuştur. Ders sırasında kuvvetin büyüklüğü ile ilgili ilişkileri açıklamak amacıyla zıplama hareketinden örnekler vermiştir. Bunun yanı sıra etki–tepki ilişkisini daha görünür kılmak amacıyla simülasyon uygulamalarından yararlanmış, özellikle roket hareketi ve karşılıklı kuvvetler üzerine geliştirilmiş dijital simülasyonlarla kavramları pekiştirmiştir. Mustafa, farklı görsel örnekler kullanarak etki–tepki kuvvetlerini açıklamaya devam etmiş; top ile Dünya arasındaki karşılıklı kuvveti tartışmaya açmış ve bunun büyüklüklerini öğrencilerle birlikte değerlendirmiştir. Benzer şekilde, televizyon ile masa arasındaki kuvvet ilişkisini incelemiş ve bu örnek üzerinden etki ve tepki kuvvetlerinin doğasını açıklamıştır. Ders boyunca çeşitli kuvvet türlerini karşılaştırarak öğrencilerin kavramsal düzeyde anlamalarını hedeflemiştir. Ancak sınıfın aktif katılımı sınırlı kaldığından süreç daha çok öğretmen merkezli ilerlemiştir. Buna rağmen simülasyonların kullanımı ve günlük yaşam örnekleri sayesinde öğrencilerin konuyu farklı açılardan değerlendirme fırsatı buldukları gözlemlenmiştir.

Nisa, dersine temel kavramları ele alarak başlamış ve öğrencilerin hazır bulunuşluklarını ölçmek amacıyla ivme, konum, zaman ve hız kavramlarını tartışmaya açmıştır. Ancak teorik bilgisinin yetersiz olması nedeniyle sık sık notlarına başvurmak zorunda kalmıştır. Dersin ilerleyen kısımlarında ani hız ve sürat kavramlarına değinmiş fakat bu açıklamalar öğretmen merkezli, tekdüze ve sıklıkla sınıfa sırtı dönük bir anlatım çerçevesinde gerçekleşmiştir. Bu aşamada katılımcı, gerçek deneylere yer vermemiş; deney bulmada güçlük yaşadığını ve temel kavramlara yönelik gerçek deney tasarlamada zorluk çektiğini sınıfla paylaşmıştır. Bunun yerine Vascak uygulamasını kullanarak temel kavramlara yönelik dijital deneyler göstermiş ve ders anlatımını bu şekilde tamamlamıştır.

Nur, dersinde serbest düşme ve çekim kuvveti konularını ele almıştır. Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini sorgulamış ve ders boyunca hızlı, otoriter bir yaklaşım sergilemiştir. Ders kapsamında yerçekimi, sürtünme ve limit hız kavramlarını tartışmış ancak limit hızın değişimiyle ilgili öğrencilerden gelen bir soruya yanıt verememiştir. Limit hızı etkileyen faktörlere değinmesine rağmen, projeksiyon ve teknik sorunlar nedeniyle ders akışı kesintiye uğramıştır. Bu noktada daha önce hazırladığı bir videoyu göstermek istemiş ancak laboratuvar internetinin yavaşlığı nedeniyle videoyu açamamış ve dersin büyük bir kısmı teknolojik altyapı sorunlarının üstesinden gelmeye çalışmakla geçmiştir. Bu durum hem öğrencilerin öğrenme sürecini hem de kavramların aktarımını olumsuz etkilemiştir.

Elde edilen bu gözlem notları; Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I derslerinde farklı öğretmenlerin kavram öğretimi, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini değerlendirme ve deney kullanımına ilişkin uygulamalarını kapsamaktadır. Genel olarak öğretmenler, dersin başında temel kavramları tanıtarak ve öğrencilerin ön bilgilerini sorgulayarak sürece başlamışlardır. Öğrencilerin aktif katılımını teşvik etmek amacıyla sorular yönlendirilmiş, günlük yaşamdan örnekler verilmiş ve kavramlar arasındaki bağlantılar tartışılmıştır. Bu süreçte bazı öğretmenler, öğrencilerin kendi ifadelerini kullanmalarına olanak tanıyarak kavram yanlışlarının ortaya çıkmasını ve düzeltilmesini sağlamış; bazıları ise daha öğretmen merkezli ve tekdüze bir anlatım sergilemiştir. Derslerde temel kavramlar olarak ivme, hız, konum, sürat, kuvvet, etki-tepki ve çekim kuvveti ele alınmıştır. Öğretmenler kavramları açıklarken görsellerden, sunum materyallerinden ve simülasyon uygulamalarından yararlanmıştır. Özellikle GeoGebra ve Vascak gibi dijital araçlar; koordinat sistemi, bağıl hız, kuvvet ve ivme kavramlarının görselleştirilmesine ve pekiştirilmesine hizmet etmiştir. Ayrıca bazı

öğretmenler, gerçek deneyler kurarak öğrencilerin kavramları doğrudan gözlemlenmelerini sağlamış ve gerçek deneylerle kavramların somutlaştırılmasına olanak tanımıştır. Örneğin sabit hızla ilerleyen bir arabaya farklı ağırlıklar yerleştirilerek ivme ve kuvvet ilişkisi gösterilmiş; çekiç ve cam kırılma örnekleri, etki–tepki kuvvetlerini somutlaştırmak için kullanılmıştır. Bunun yanında roket hareketleri ve otobüs simülasyonları gibi sanal laboratuvar uygulamalarıyla da kavramların pekiştirilmesi hedeflenmiştir. Katılım ve etkileşim düzeyi, öğretmenler arasında farklılık göstermiştir. Bazı öğretmenler, sınıfı aktif biçimde sürece dâhil etmiş; tartışma ortamları oluşturmuş ve öğrencilerin muhakeme becerilerini desteklemişlerdir. Ancak bazı öğretmenlerde ders öğretmen merkezli ilerlemiş, öğrenciler sınıf içi etkileşimde sınırlı rol almıştır. Kavram yanlışları da zaman zaman derslerin akışını etkilemiştir. Örneğin kütle ve yer çekimi arasındaki farklar veya limit hızın değişimiyle ilgili sorulara yanıt verilememesi, öğretim sürecinde müdahaleyi gerekli kılmıştır. Derslerde ayrıca teknolojik altyapı sorunları gözlenmiştir. Projeksiyon, internet bağlantısı veya laboratuvar simülasyonlarıyla ilgili aksaklıklar; bazı derslerde akışın kesintiye uğramasına neden olmuştur. Öğretmenler, bu sorunları aşmak için alternatif çözümler üretmeye çalışmış; örneğin önceden hazırlanmış videolar veya farklı dijital araçlar kullanmışlardır. Özetle gözlem notları, öğretmenlerin kavram öğretiminde farklı yöntemler kullandıklarını; bazı derslerin daha etkileşimli ve öğrenci merkezli, bazılarının ise öğretmen merkezli ve daha sınırlı katılımı gerçekleştirildiğini göstermektedir. Gerçek ve dijital deneylerin birlikte kullanımı, kavramların pekiştirilmesine katkı sağlamış; teknolojik aksaklıklar ise öğretim sürecinde zaman zaman güçlükler yaratmıştır. Derslerde günlük yaşamdan örnekler verilmesi, öğrencilerin kavramları somutlaştırmalarını kolaylaştırmış ve tartışma ortamları, öğrencilerin düşünme ve muhakeme becerilerini desteklemiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, çalışmadan elde edilen bulgular çerçevesinde sonuçlara yer verilmiş ve bu sonuçlar, literatürde daha önce yapılmış çalışmalar ile tartışılarak sunulmuştur. Ayrıca, özyeterlik gelişimine ve kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Teknoloji ve fen öğretimine yönelik yeterlik inançları ile kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarına ilişkin araştırma sonuçları özetlenerek literatür araştırmaları çerçevesinde değerlendirilmiştir.

5.1.1. Deney Grubu-I'e yönelik sonuçlar

Deney Grubu-I'de yer alan katılımcıların deneysel sonuçları, Teknoloji ile Fen Öğretimine Yönelik Yeterlik İnançları ve kavram yanlışlarının giderilmesine ilişkin bulgular bu bölümde sunulmuştur. Deney Grubu-I'deki öğretmen adayları, Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersi kapsamında önce teorik dersleri anlatmış; ardından gerçek deneyler gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra aynı deney içerikleri, sanal laboratuvar ortamlarında tekrar uygulanarak gerçek ve teknoloji destekli uygulamaların karşılaştırılmasına olanak sağlanmıştır.

5.1.1.1 Kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi

Öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının giderilmesi için yürütülen deneysel çalışmada teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarının, öğretmen adaylarının kavramsal anlayışlarını derinleştirmede ve kavram yanlışlarını gidermede önemli bir rol oynadığı söylenebilir. Deney Grubu-I'de yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, öğrencilerin ön testlerde sahip oldukları kavram yanlışlarının, uygulama süreci sonunda son testlerinin lehine büyük ölçüde azaldığını ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Bu durumda, gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine ve kavram yanlışlarının giderilmesine doğrudan katkı sağladığı söylenebilir. Bu aşamada öğretmen adayları, bilgiyi pekiştirmek için sanal laboratuvar uygulamalarını kullandıklarını belirtmiştir. Özellikle soyut kavramların öğrenilmesinde görselleştirmenin önemi düşünüldüğünde bu ifadeleri ile öğrenmelerinin pekiştiği söylenebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının grup çalışmasına yönelik görüşlerinden elde edilen bulgularda da öğretmen adaylarının birlikte çalışmanın

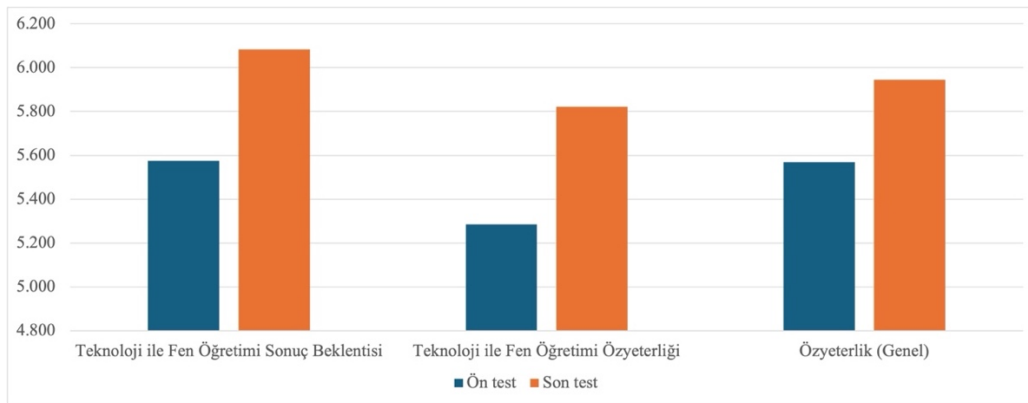
öğrenmeyi desteklediğini, birbirlerinin eksiklerini tamamlayarak kavramsal anlamayı derinleştirdiklerini belirtmiştir. Grup çalışmalarının adaylara yalnızca bireysel sorumluluk kazandırmakla kalmayıp aynı zamanda ekip içi iş birliği ve koordinasyon becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Benzer şekilde bazı katılımcılar, grup çalışmasının verimli bir öğrenme ortamı sağladığını vurgulamış; bu da grup etkileşiminin öğrenme sürecine olumlu katkısının olduğunu göstermektedir. Diğer yandan bazı katılımcılar, grubun birbirinin eksikliklerini tamamlama işlevine dikkat çekmiş ve birliktelikle çalışma vurgusu yapmıştır. Bu bulgular, grup çalışmasının hem akademik hem de sosyal öğrenme süreçlerini desteklediğini, grup üyelerinin birbirlerinden öğrenme ve ortak hedeflere ulaşma olanağı sağladığını göstermektedir. Ayrıca katılımcılar, grup çalışmasının kişisel gelişime katkı sağladığını belirtmiş ve bazıları görev paylaşımı yoluyla teknolojiyi daha etkin kullanma imkânı bulduklarını ifade etmiştir. Bu da kavram yanlışlarının giderilmesinde birlikte çalışmanın önemini göstermektedir. Bu sonuç, literatürdeki benzer çalışmalarla da tutarlıdır. Örneğin Artiawati ve ark. (2016), teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarının “kuvvet ve hareket” konusundaki kavram yanlışlarını azaltmada etkili olduğunu vurgulamıştır. Benzer biçimde Kınık Topalsan (2015) da çalışma kağıtları ve örnek olay gibi farklı öğretim stratejilerinin, kavram yanlışlarının giderilmesinde önemli katkılar sunduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla bu çalışma sonuçları gerek teknoloji destekli gerekse farklı öğretim stratejileriyle desteklenen laboratuvar uygulamalarının, öğrencilerin kavramsal öğrenme süreçlerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle öğrenci merkezli ve teknolojiye dayalı laboratuvar yaklaşımlarının, öğrencilerin sadece teorik bilgi edinmelerini değil; aynı zamanda kavramları doğru ve kalıcı bir şekilde yapılandırmalarını da desteklediği görülmektedir. Nicel bulguların yanı sıra öğretmen adaylarından elde edilen nitel veriler, kavram yanlışlarının niteliği ve süreç içindeki değişimini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Uygulama sonrasında elde edilen veriler; öğretmen adaylarının kuvvet, hız, ivme ve sürtünme kavramlarına ilişkin anlayışlarında önemli gelişmeler olduğunu göstermektedir. Öğretmen adayları kuvveti; bir cismin yönünü veya şeklini değiştiren, hareket ettiren ya da durduran bir etki olarak tanımlamışlardır. Ayrıca kuvvetin farklı ortam koşullarına (sürtünmeli, sürtünmesiz, yerçekimi veya yerçekimsiz ortamlar gibi) bağlı olarak farklı etkiler gösterebileceğini ifade etmişlerdir. Bu durum, adayların kuvvetin yalnızca hareketle değil; aynı zamanda yön ve biçim değişikliğiyle de ilişkili olduğunu kavradıklarını göstermektedir. Bu tür kavramsal gelişmeler, öğrencilerin kuvvet ve hareket yasalarını daha karmaşık fizik

konularına uygulayabilmeleri açısından önemlidir (Gurel ve ark., 2015). Benzer şekilde hız kavramında da adayların doğru bilimsel tanımlara ulaştıkları görülmüştür. Hızın birim zamanda gerçekleşen bir yer değiştirme olduğu, bu büyüklüğün vektörel bir nicelik taşıdığı belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının, ayrıca hız ve sürat arasındaki farkı ayırt ederek kavramları doğru ifade ettiği görülmüştür. İvme kavramına ilişkin ifadelerde öğretmen adayları, bir cismin hızının değişmesi durumunda ivme kazandığını ve sabit hızla hareket eden bir cismin ivmesinin sıfır olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ivmenin yönle ilişkili bir büyüklük olduğu, “pozitif” veya “negatif” ifadesinin yalnızca yön değişimini temsil ettiği vurgulanmıştır. Newton’un ikinci yasasına ($F = m \cdot a$) atıfta bulunularak kuvvet ile ivme arasındaki doğrudan ilişki, doğru biçimde kurulmuştur. Sürtünme kuvveti kavramında ise öğretmen adaylarının bilimsel olarak doğru açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Sürtünme kuvveti, hareket yönüne zıt yönde etki eden bir kuvvet olarak tanımlanmış; bu kuvvetin hareketi yavaşlatabileceği gibi yürüyebilme veya araç lastiklerinin yol tutuşunu artırma gibi durumlarda hareketi kolaylaştırıcı bir rol oynayabileceği belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının temel mekanik kavramlara ilişkin bilimsel anlayış geliştirdiklerini ve kavram yanılgılarını büyük ölçüde giderdiklerini ortaya koymaktadır. Wancham ve ark. (2022) belirttiği üzere benzer açıklamaların farklı coğrafyalardaki bireylerde de gözlenebilmesi, öğretim yaklaşımlarının ve öğrenme biçimlerinin küresel ölçekte benzer özellikler taşıyabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının temel kavramları açıklayabildikleri ve ilişkilendirebildikleri ancak bazı temel kavramları gerekçelendirme noktasında yetersiz kaldıkları görülmüştür. Bu durumun çeşitli nedenleri olabilir. Öncelikle öğretmen adaylarının kavramları yüzeysel düzeyde öğrenmiş olmaları, bilgiyi ezberleme yoluyla edinmeleri gerekçelendirme becerilerini sınırlamış olabilir. Hatta “Kış lastiği sürtünmeyi azaltır, arabaların daha rahat gitmesini sağlar.” şeklindeki yanlış açıklamalar bu yanılgıyı destekler niteliktedir. Ayrıca sürtünme kuvvetinin “negatif kuvvet” olarak adlandırıldığı ifadeler de görülmüştür. Ancak yanlış gerekçelendirme, kavram yanılgısı olduğu anlamına gelmez. Çünkü kavram yanılgısında asıl önemli olan, ilk aşamadaki bilginin yanlış olmasını gerektirmektedir. Kuvvet, hız ve ivme arasındaki ilişkiye dair ifadeleri incelendiğinde öğrencilerin bu üç kavram arasındaki ilişkiyi kurmada, çoğunlukla formülleri (örneğin $F=m \cdot a$ ve $v=t \cdot a$) ezberleyerek açıklamaya çalıştıkları görülmüştür. Ayrıca sürtünmenin sadece yavaşlatıcı değil; aynı zamanda yürümeyi sağlayıcı bir etki olduğu, bazı durumlarda hareket yönüyle aynı yönde de olabileceği öğrenciler tarafından dile getirilmiştir. Ancak gerekçelendirme noktasında zorluklar yaşadıkları da

görülmüştür. Hız-sürat karıştırmasının azaldığı, ivme grafiklerinin daha doğru yorumlandığı da son test ifadelerinden anlaşılmaktadır. Özellikle ivmenin “pozitif/negatif” olarak nitelendirilmesi, kuvvet-enerji ilişkisiyle ilgili bilgi eksiklikleri ve hız-sürat karıştırması gibi yanlışlar testte bazı öğrencilerde devam etmiştir. Dolayısıyla uygulama sürecinin kavram yanlışlarını azaltmada etkili ve anlamlı olduğu ancak tüm yanlışları bütünüyle gidermeye yetmediği söylenebilir. Sonuç olarak Deney Grubu-I’in ön test-son test karşılaştırmaları hem nicel hem de nitel bulgularla birlikte ele alındığında öğrencilerin kavram yanlışlarında belirgin bir azalma olduğu fakat bazı öğrencilerin, (özellikle hız-sürat ve pozitif/negatif ivme) kalıcı kavram yanlışlarına daha dirençli olduğu görülmektedir.

5.1.1.2 Teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarının gelişimi

Bu araştırmada öğretmen adayları, teknoloji destekli sanal laboratuvar uygulamalarına katılmış ve bu deneyimlerin fen öğretiminde teknoloji kullanımına yönelik yeterlik inançlarına olan etkisi incelenmiştir. Betimsel analiz sonuçları incelendiğinde öğretmen adaylarının ön test ve son test puanlarında teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği, teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve ölçme aracı genelinde “*Katılıyorum*” düzeyinde bir inanca sahip oldukları görülmüştür. Bu durum, öğretmen adaylarının başlangıçta da fen öğretiminde teknoloji kullanımına yönelik olumlu bir inanç taşıdıklarını göstermektedir. Ortalamalar karşılaştırıldığında son testler lehine bir artış gözlenmiş, bu da sanal laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının inançlarını geliştirdiğini (Menon ve ark., 2021; Penn ve Mavuru, 2021) ortaya koymuştur (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Deney Grubu-I’in ön test ve son test ortalamaları

İstatistiksel analizlerde elde edilen t-testi sonuçları, söz konusu farklılıkların anlamlı olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Yani öğretmen adaylarının teknoloji ile fen

öğretimi özyeterliliği, teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve genel inanç düzeylerinde son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir artış meydana gelmiştir. Ayrıca etki büyüklüğü hesaplamaları, yüksel düzeyde etki büyüklüğünün elde edilmesi, bu farklılıkların yalnızca istatistiksel açıdan değil; aynı zamanda uygulamada da önemli düzeyde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen nitel bulgular da bu sonuçları desteklemektedir. Katılımcıların görüşleri yarı yarı yapılandırılmış görüşmeler ile incelendiğinde sanal laboratuvar deneyimlerinin fen öğretiminde çok boyutlu katkılar sunduğunu göstermektedir (Özdemir, 2025). Araştırma bulgularına göre öğretmen adayları, teknolojinin fen konularının anlaşılabilirliğini artırdığını ifade etmişlerdir. Bu durum, teknolojinin soyut kavramların görselleştirilmesini kolaylaştırdığına ve öğrenme sürecini somutlaştırdığına işaret etmektedir. Ayrıca öğretmen adayları görselleştirmenin öğrenmeye katkı sunduğunu da ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının teknoloji ile daha iyi sonuçlar elde edildiğini belirtmeleri, teknoloji destekli öğretimin öğrenme çıktıları üzerinde olumlu bir etki yarattığını göstermektedir. Ayrıca kavramlar arası bağlantı kurulabildiğine yönelik görüşler, teknolojinin disiplinler arası düşünme becerilerini ve kavramsal bütünlüğü desteklediğini göstermektedir (Kartal ve Taşdemir, 2023). Akademik becerilere katkı sağladığına dair ifadeler ise teknolojinin yalnızca bilgi aktarımı değil; araştırma, sorgulama ve problem çözme gibi üst düzey bilişsel becerilerin gelişimine de olanak tanıdığını ortaya koymaktadır. Teknolojinin kavrama güçlüklerine çözüm getirmesi, öğrenmede bireysel farklılıkların giderilmesine yardımcı olduğunu göstermektedir. Ayrıca hayatı kolaylaştırıcı, motive edici ve yönlendirici bir unsur olarak görülmesi; öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik genel tutumlarının olumlu olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede, teknolojinin öğrenme sürecini hem duyuşsal hem bilişsel açıdan desteklediğine işaret etmektedir. Öğretmen adaylarının, canlı sunum ve etkileşim becerilerinin geliştiğini vurgulamaları; teknolojinin iletişim ve sunum yetkinliklerini artırıcı bir araç olarak kullanıldığını göstermektedir. Grup çalışmalarında, farklı konularda iş birliği yapılabildiğine ilişkin görüşler ise teknoloji aracılığıyla öğrenmede mekânsal sınırların ortadan kalktığını, dolayısıyla daha geniş katılımlı bir öğrenme ortamı oluşturulabildiğini göstermektedir. Ayrıca Deney Grubu-I'in görüşleri, öğretmen adaylarının grup çalışmasına yönelik iş birliği, sorumluluk ve kişisel gelişim algılarını yansıtmaktadır. Grup çalışmasının bireysel sorumluluk, iş birliği ve koordinasyon becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Katılımcılar; grup etkileşiminin öğrenmeyi desteklediğini, teknolojiyi daha etkin kullanma ve kişisel gelişim açısından fayda sağladığını belirtmiştir. Ancak pasif katılım, iletişim eksikliği, dikkat dağınıklığı ve

adaletsiz görev dağılımı gibi sınırlılıklar da vurgulanmıştır. Atav ve Altunoğlu (2010); benzer biçimde öğretmen adaylarının süreçte uygun yaklaşım seçimi, zaman yönetimi ve hedef belirlemede zorluk yaşadıklarını bildirmiştir. Valls-Bautista ve ark. (2021) da grup çalışmalarının her zaman sorunsuz ilerlemediğini, iletişim ve görev yönetimi becerilerinin geliştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Öztürk ve ark. (2016) ise grup çalışmasının iletişim ve problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve genel olarak olumlu bir öğrenme deneyimi sunduğunu belirtmiştir. Teknoloji kullanımının sorgulama becerilerini geliştirmesi, öğretmen adayların öğrenme sürecinde daha aktif ve araştırmacı bir rol üstlendiklerini göstermektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının beceri farkındalığının gelişmiş olması ise Milli Eğitim Bakanlığının 2024 programında yer alan beceri temelli fen öğretimi stratejisini de desteklemektedir. Teorik derslerle desteklendiğinde daha fazla beceri kazandırabileceği yönündeki ifadeler ise teknolojinin geleneksel öğretim yöntemleriyle entegre edildiğinde en etkili sonucu verdiğini göstermektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının, teknoloji aracılığıyla araştırma yapma fırsatı bulduklarını hem anlatım hem de araştırma yeterliliği kazandıklarını belirtmeleri, teknolojinin öğretmen adaylarının özyeterlik algılarını güçlendirdiğini, fen konularında kendilerini daha yeterli görmeleri de bu durumu desteklemektedir. Sanal laboratuvar uygulamalarına ilişkin görüşlerinin olumlu ifadeler olduğu görülmektedir. Katılımcılar; sanal laboratuvarların kalıcı öğrenmeyi sağladığını, bilgiyi pekiştirdiğini ve daha derin öğrenmeyi desteklediğini ifade etmişlerdir. Bu durum, sanal laboratuvarların deneysel öğrenme süreçlerinde etkili bir tamamlayıcı araç olduğunu göstermektedir. Anlaşılabilirliği artırması ve destekleyici rol üstlenmesi, öğrencilerin kavramları daha iyi anlamalarını sağladığına işaret etmektedir. Ayrıca öğrenmenin transferini kolaylaştırması ve tamamlayıcı bir rol oynaması, sanal laboratuvarların bilişsel yapılandırmayı desteklediğini göstermektedir. Sanal deneylerin risk taşınamaması, hazırlık kolaylığı sağlaması ve dikkat çekici olması gibi özellikler; öğretim sürecinde güvenli, ekonomik ve motive edici bir öğrenme ortamı oluşturduğunu göstermektedir. İş birliği olanağı sunması, çaba sonucunda çözüm üretilebilmesi ve özyeterlik artışı sağlaması; sanal laboratuvarların öğrencilerin aktif katılımını ve öğrenme sorumluluğunu artırdığını düşündürmektedir. Sanal laboratuvarların kullanım kolaylığı, ulaşılabilirlik ve ekonomik oluşu da bu teknolojilerin sürdürülebilir ve yaygın biçimde kullanılabilmesini göstermektedir. Mekânsal sınırlılıkları aşması ve uzaktan deney yapma imkânı sunması ise sanal laboratuvarların esnek öğrenme ortamları sağladığının göstermektedir. Genel olarak sanal laboratuvar uygulamalarının, öğretmen adaylarının hem kişisel özyeterlik algılarını hem de öğretim

süreçlerine yönelik tutum, beklentilerini ve becerilerini olumlu yönde geliştirdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durum, teknoloji destekli öğretim uygulamalarının fen eğitimi bağlamında hem bilişsel hem duyuşsal kazanımlar açısından güçlü bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Singh-Pillay (2024), elde ettiği nitel bulgularda da sanal laboratuvar kullanımının, bilginin kalıcılığını artırdığını belirtmiştir. Fen öğretiminde teknolojiyi etkili biçimde kullanabileceklerine yönelik inançlarının artması, gelecekte sınıf içi uygulamalara da yansiyabilecek önemli bir kazanım olarak değerlendirilebilir (Penn, Mavuru, 2021; Tüysüz, 2010). Bir diğer dikkat çekici bulgu ise öğretmen adaylarının sanal laboratuvarlarla ilgili yaşadıkları olumsuz deneyimler arasında dil bariyerine dikkat çekmeleridir. Bu durum, öğretmen adaylarının yalnızca teknolojik yeterlikleriyle değil; aynı zamanda kullanılan materyallerin diline ve terminolojiye hâkimiyetleriyle de sanal laboratuvara karşı ön yargılı olabileceklerini göstermektedir. Benzer şekilde Koca ve Kızılay (2024) da çalışmalarında sanal laboratuvar uygulamalarının karşılaşılan olumsuzlukları arasında, dil bariyerinin önemli bir engel oluşturduğunu tespit etmiştir. Bu bulgu, sanal laboratuvarların etkin kullanımının, öğretmen adaylarının yabancı dil becerileri ve teknik terminolojiye aşinalığı ile doğrudan ilişkili olabileceğini işaret etmektedir. Dolayısıyla teknoloji destekli fen öğretimi uygulamalarının tasarımında, içeriklerin dil açısından erişilebilirliği, kavramların anlaşılabilirliği için kritik bir faktör olarak ele alınması gerekmektedir. Öğretmen adayı etkili bir uygulama bulsa bile yabancı dili anlayamadığı için bu uygulamayı kullanmamayı tercih edebilir. Bu yaklaşım, öğretmen adaylarının sanal laboratuvar deneyimlerinden maksimum düzeyde yararlanabilmelerini ve teknoloji ile pedagojik yeterliklerini geliştirmelerini engelleyebilir. Ayrıca, literatürde de benzer şekilde teknoloji destekli öğretim uygulamalarının, öğretmen adaylarının özyeterlik algılarını ve öğretim motivasyonlarını olumlu etkilediği belirtilmektedir. Bu bağlamda elde edilen bulgular, alanyazındaki çalışmalarla tutarlılık göstermekte ve sanal laboratuvar uygulamalarının öğretmen eğitiminde kullanılmasının gerekliliğini desteklemektedir (Kartal ve ark., 2021; Özdemir, 2025, Temur ve ark., 2022). Bu bulgular, sanal laboratuvar uygulamalarının Deney Grubu-I'de yer alan öğretmen adaylarının özyeterliklerini artırmada güçlü bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Deney Grubu-I'de yer alan öğretmen adaylarının özyeterliklerini artırmada teknolojinin güçlü bir araç olduğu ifade edilebilir. Katılımcıların deneyimlerinden elde edilen veriler; teknoloji destekli uygulamaların öğretim sürecinde yalnızca motivasyonu yükseltmekle kalmadığını, aynı zamanda öğretmen adaylarının kendilerini öğretme konusunda daha

yetkin hissetmelerine de katkı sağladığını göstermektedir. Örneğin Temur ve ark. (2022), sınıflarda teknoloji kullanımının öğretmen adaylarının özyeterliklerini geliştirmede etkili bir araç olduğunu vurgulamaktadır. Dolayısıyla Deneysel Grubu-I'de gözlenen bu gelişim, literatürdeki bulgularla da örtüşmekte ve teknoloji entegrasyonunun öğretmen adaylarının mesleki özgüvenlerinin artırılmasında önemli bir rol oynadığını desteklemektedir. Ayrıca Özdemir (2025) de teknoloji destekli etkinlikler tasarlama ve yürütmeye dayalı deneysel çalışmasında, öğretmen adaylarının süreç sonunda özyeterliklerinde anlamlı bir gelişme olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmaların sonuçları ile elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde teknoloji entegrasyonunun öğretmen adaylarının özyeterliklerini geliştirdiği söylenebilir. Bu bağlamda mevcut çalışma, Temur ve ark. (2022) ile Özdemir (2025)'in bulgularını destekler niteliktedir ve öğretmen yetiştirme programlarında teknolojinin pedagojik açıdan bilinçli bir şekilde entegrasyonunun önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Özellikle fen eğitimi alanında teknoloji kullanımına yönelik inançların geliştirilmesi, öğretmen adaylarının mesleki gelişimleri ve gelecekte öğrencilerine aktaracakları öğrenme deneyimleri açısından büyük önem taşımaktadır.

Bulgularda öğretmen adaylarının ön test korelasyon analiz sonuçları incelendiğinde teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ve ölçme aracının geneli arasında yüksek düzeyde bir korelasyonel ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının fen öğretiminde teknoloji kullanımıyla elde edecekleri sonuçlara dair beklentilerinin, genel özyeterlik inançları ile güçlü bir şekilde örtüştüğünü göstermektedir. Diğer boyutlar arasında anlamlı bir ilişki bulunmamasıyla birlikte teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği ile teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi arasında negatif bir ilişki ortaya çıkmıştır. Bu durum, öğretmen adaylarının başlangıçta teknolojiyi fen öğretiminde etkili kullanabileceklerine dair özyeterlikleri arttıkça elde edecekleri sonuçlara ilişkin beklentilerinin düşeceği şeklinde yorumlanabilir. Ancak son testlere yönelik korelasyon analizi incelendiğinde farklı bir tablo ortaya çıkmıştır. Son testlerde, teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği ve teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi arasında pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kartal ve ark. (2021), fen öğretmenlerinin sonuç beklentileri ve öğretim yeterliklerinin, teknolojiyi sınıf ortamında etkili bir şekilde kullanmalarını sağladığını ve ayrıca öğretmenlerin özyeterlik inançları ile teknoloji kullanımı arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Elde edilen son test bulguları ile uygulama sonrasında öğretmen adaylarının hem özyeterlikleri hem de sonuç beklentilerinin pozitif yönde güçlendiğini göstermektedir.

Ayrıca teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi ile genel yeterlikleri arasında yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki; genel yeterlikleri ile teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği arasında da yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, uygulama sonrasında öğretmen adaylarının fen öğretiminde teknolojiyi kullanma konusundaki özyeterlikleri ile bu süreçten elde edebilecekleri sonuçlara dair beklentilerinin tutarlı bir biçimde yükseldiğini ve genel özyeterlik inançlarıyla bütünleştiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, sanal laboratuvarların yalnızca özyeterlik ve sonuç beklentisi düzeylerini güçlendirmekle sınırlı kalmadığını, aynı zamanda öğretmenlerin karşılaştığı yapısal sorunlara (örneğin kalabalık sınıflar, fiziksel imkân yetersizliği, zaman kısıtları) pratik çözümler sunduğunu göstermektedir. Bu durum, teknoloji entegrasyonunun öğretmen adayları tarafından yalnızca “ek bir materyal” olarak değil; aynı zamanda pedagojik açıdan işlevsel bir öğretim stratejisi olarak değerlendirildiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla hem bu çalışmanın hem de Menon ve ark. (2020)’nin bulguları, öğretmen adaylarının teknolojiyi öğrenme biçimleri ile teknolojiyi öğretme konusundaki özyeterlikleri arasında güçlü bir bağ olduğunu ortaya koymaktadır. Yine benzer şekilde Onbaşılı (2020) da teknoloji ile desteklenmiş fen öğretiminin, öğretmen adaylarının özyeterliklerinin gelişiminde önemli ve olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Bu durum, teknoloji entegrasyonunun yalnızca öğretim süreçlerini zenginleştirmekle kalmayıp öğretmen adaylarının pedagojik özyeterliklerini ve kendi öğretim kapasitelerine dair inançlarını da güçlendirdiğini göstermektedir. Öte yandan bu tür teknoloji destekli uygulamalar, adayların karşılaşılabilecekleri sınıf içi zorluklara (örneğin, sınıf büyüklüğü, deney materyali eksikliği, zaman kısıtları) karşı daha hazırlıklı olmalarını sağlayarak öğrenme ile öğretme süreçlerini birbirine entegre eden bir öğrenme-dönüşüm mekanizması sunmaktadır. Bu bağlamda teknolojiyle öğrenme deneyimleri, öğretmen adaylarının mesleki kimliklerinin ve pedagojik yeterliklerinin şekillenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Özyeterlik inançlarının güçlenmesi, uzun vadede öğretmenlik uygulamalarının kalitesini artırabilecek temel bir faktör olarak değerlendirilebilir. Ayrıca Gundel ve ark. (2019), simülasyon sürelerine maruz kalma ile özyeterlik gelişimi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve simülasyon kullanım süresi arttıkça özyeterliklerinin de o kadar gelişebileceğini belirtmiştir.

Öğretmen adayları, teknoloji destekli öğrenme deneyimleri yaşadıklarında bu deneyimlerini doğrudan öğretim süreçlerine yansıtılabilmekte ve böylece pedagojik anlamda daha güvenli, donanımlı ve yenilikçi bir yaklaşım geliştirebilmektedir. Sonuç olarak bulgular iki temel noktaya işaret etmektedir: (i) Sanal laboratuvar uygulamaları,

öğretim ortamındaki yapısal sınırlılıkları aşmaya yönelik pratik çözümler sunarak öğretmen adaylarının özyeterlik inançlarını güçlendirmektedir (Menon ve ark., 2020). (ii) Teknolojiyle öğrenme süreci, öğretmen adaylarının teknolojiyle öğretme konusundaki özyeterliklerini artırmakta ve onların pedagojik uygulamalarını doğrudan dönüştürmektedir (Abit, 2001). Bu bağlamda teknoloji entegrasyonu, yalnızca öğretim materyali olarak değil; aynı zamanda öğretmen adaylarının mesleki kimlik inşasında kritik bir bileşen olarak değerlendirilebilir. 21. yüzyıl öğrencilerinin farklı beceriler kazanması beklenmekte ve bu beceriler arasında bilgi ve iletişim teknolojileri becerileri öne çıkmaktadır (MEB, 2024). Bu çerçevede MEB (2024) Maarif modeli programında eğitimin beceriye dönük olmasını ve teknolojinin de bu beceri gelişiminde destekleyici rol alması gerektiğini ifade etmiştir. Araştırma, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu pratiği yapmasının ve ders sürecinde teknoloji kullanımına dair deneyim kazanmasının önemini göstermektedir (Memiş ve ark., 2023).

5.1.1.3. Fenin tanımına yönelik görüşleri

Deney Grubu I'ın fen nedir sorusuna verdikleri yanıtlar, öğretmen adaylarının fen kavramına ilişkin algılarının çeşitliliğini ortaya koymaktadır. Nitel analiz sonucunda elde edilen kodlar, öğretmen adaylarının fen algısının hem temel bilim boyutunu hem de yaşam, teknoloji ve disiplinler arası ilişkilerle bağlantılı boyutlarını içerdiğini göstermektedir. Öğretmen adayları, fenin temel bilim olduğunu belirtirken bir kısmı fenin hayatla ilişkili bir bilim, teknoloji ile iç içe ve disiplinler arası bir alan olduğunu ifade etmiştir. Bu bulgu; adayların fen algısının yalnızca teorik bir çerçeveye dayalı olmadığını, aynı zamanda günlük yaşam ve teknolojik uygulamalarla etkileşim içinde şekillendiğini göstermektedir (Lederman ve ark., 2013). Fenin yaşamla ilişkili bir alan olarak görülmesi, fen öğretiminde öğrenci deneyimlerinin ve gerçek yaşam bağlantılarının önemine işaret etmektedir. Öte yandan bazı yanıtlar; fenin geniş, kapsamlı ve soyut bir kavram olarak algılandığını ortaya koymaktadır. Fen her şeydir ve evrendeki her şey fenle açıklanır gibi ifadeler, adayların fen kavramını hem doğa olaylarını açıklayan bir sistem hem de yaşam boyu öğrenmeyi gerektiren bir süreç olarak düşündüklerini göstermektedir. Bu durum, fen öğretiminde adayların kavramsal anlayışının soyut düşünme ve genelleme yetenekleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte fenin deneysel ve işlevsel yönüne vurgu yapan ifadelerle öğretmen adaylarının fenin sadece teori değil, aynı zamanda yaşamı kolaylaştıran ve uygulamalı bir alan olduğunu benimsedikleri görülmektedir. Genel olarak fenin tanımına yönelik bulgular, bilimin doğası ile ilişkilendirilebilir.

Örneğin Abd-El-Khalick ve Lederman (2000), bu tanımların genel olarak disiplinler arası olduğunu ve fenin doğa ile iç içe olduğunu belirtmişlerdir. Bu, fen öğretiminde deneysel etkinliklerin ve uygulamalı çalışmaların önemini destekleyen bir görüştür. Elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının fen algısının hem somut hem de soyut boyutları içerdiğini göstermektedir. Yanıtlarda öne çıkan fenin hayatla ilişkili bilim ve temel bilim kodları, fen eğitiminde hem kavramsal hem de bağlamsal öğrenmeye odaklanılması gerektiğini işaret etmektedir.

5.1.2. Deney Grubu-II'ye yönelik sonuçlar

Bu bölümde, Deney Grubu-II'nin teknoloji destekli fen öğretimi yeterlik inançlarına ve kavram yanlışlarına ilişkin nicel ve nitel bulgular detaylı olarak sunulmuştur. Deney Grubu-II, uygulama sürecinde teorik ders anlatımı yapmış; ardından sanal deneyleri uygulamış ve son olarak bu sanal deneylerin benzerlerini gerçek deneyler şeklinde yürütmüştür. Elde edilen bulgular bu çerçevede değerlendirilmiştir.

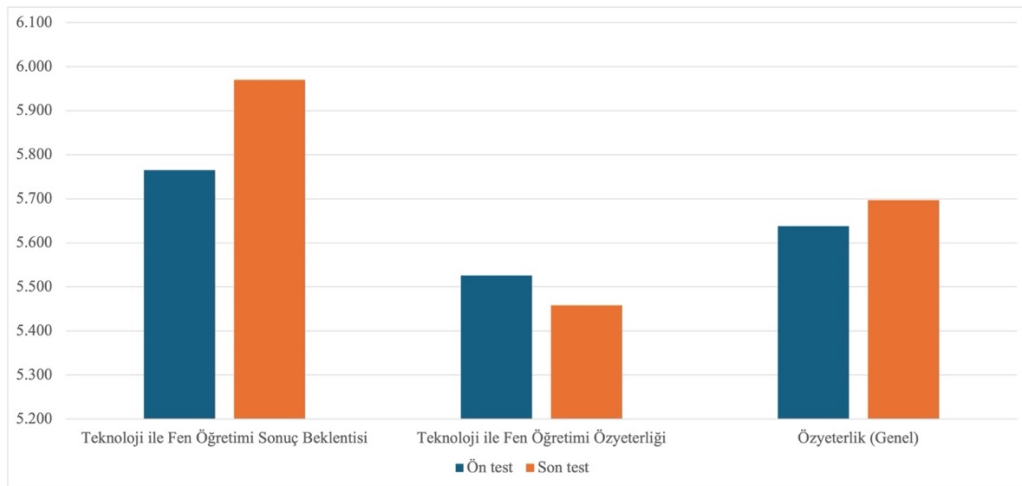
5.1.2.1. Kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi

Deney Grubu II'nin kavram yanlışları testine ilişkin nicel analizler, Wilcoxon işaretli sıralar testi ile yapılmıştır. Ön test ve son test frekansları üzerinden gerçekleştirilen analiz sonucunda, ön test ve son test puanları arasında bazı değişiklikler gözlemlenmesine rağmen bu değişikliklerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). Bu durum, uygulanan deneysel müdahalenin öğretmen adaylarının kavram yanlışları giderilmesi üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını göstermektedir. Ayrıca nitel veriler, öğrencilerin fizik kavramlarını tanımlarken çeşitli düzeylerde kavramsal anlayış sergilediklerini ortaya koymaktadır. Posner ve ark. (1982), bireylerin kavram yanlışlarında dirençli olduğunu ifade etmişlerdir. Yine benzer şekilde, Kaltakci-Gurel ve ark. (2017), kavram yanlışlarının değişime dirençli ve güçlü kavramsal yapılar olup öğrencilerin bilimsel anlayış geliştirebilmesi için özel yöntemlerin gerekli olduğunu, bu nedenle kavramları doğru şekilde tanımlamalarının, öğrencilerin öğrenimini anlamada ilk ve önemli adım olduğunu belirtmişlerdir. Örneğin kuvvet kavramı ile ilgili ifadelerde öğrenciler; çoğunlukla “*cisme etki eden ve hareketini ya da şeklini değiştiren etki*” gibi temel tanımlar yapabilmekte, bazı öğrenciler ise net kuvvet ve kuvvetlerin bileşkesi gibi kavramları deney örnekleri ile ilişkilendirebilmektedir. Hız ve ivme kavramlarına ilişkin ifadeler de benzer bir dağılım göstermektedir. Bazı öğrenciler hız kavramını “birim zamandaki yer değiştirme” şeklinde doğru tanımlarken ivmeyi “hızdaki değişim” olarak

açıklamışlardır (Kartal, 2024). Bununla birlikte bazı ifadelerde tanımlar belirsiz veya örneklerle desteklenmiş, kavramlar arasında ilişki kurulmaya çalışılmıştır (örneğin: hız ve ivme ilişkisi, $F=m*a$ formülüne atıf yaparak). Sürtünme kuvveti ile ilgili ifadeler ise daha karışık bir görünüm sergilemektedir. Bazı öğrenciler sürtünmeyi cismin hareketine ters yönde etki eden kuvvet olarak doğru tanımlarken bazıları kavramı net olarak ifade edememektedir. Görüşmeler sırasında bazı öğrencilerin kavramları ifade etmekte güçlük çektikleri ve temel kavramlara yönelik sorularda “*Bu soruya cevap vermek istemiyorum.*” gibi ifadeler kullandıkları da gözlemlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin kavramları hem doğru hem de tam anlamıyla açıklama konusunda zorlandığını ve kavramsal anlayışlarının sınırlı olduğunu göstermektedir (Wancham ve ark., 2022). Genel olarak nitel veriler, nicel analizlerdeki istatistiksel olarak anlamlı bir farkın gözlenmemesi bulgusunu desteklemektedir. Öğrencilerin çoğu temel kavramları tanımlayabilmektedir. Ancak kavram yanılgılarının tamamen giderildiğini söylemek mümkün değildir.

5.1.2.2. Teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarının gelişimi

Deney Grubu-II’ye yönelik nicel bulgular incelendiğinde katılımcıların ön test ve son test inançlarının genel olarak “*Katılıyorum*” düzeyinde olduğu görülmektedir. Bulgulara göre son test puan ortalamaları arasında aritmetik olarak fark olduğu görülsede (Şekil 5.2) t-testi analizi sonucunda, aritmetik ortalamalardaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. ($p>0.05$).



Şekil 5.2. Deney Grubu-II’nin ön test ve son test ortalamaları

Araştırma sonuçlarına göre teknoloji ile fen öğretimine yönelik sonuç beklentisi, teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği ve genel teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarında anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. *Teknoloji ile fen öğretimine yönelik*

sonuç beklentisi, öğretmen adaylarının teknolojiyi fen öğretiminde etkili biçimde kullandıklarında öğrencilerde öğrenme başarısı, motivasyon veya ilgide artış sağlayabileceklerine olan inançlarını ifade etmektedir. *Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği*, öğretmen adaylarının teknolojiyi fen öğretimi sürecine entegre etme, uygun dijital araçları seçme ve ders içinde etkili biçimde uygulayabilme konusundaki kişisel yeterlik algılarını ifade eder. Genel olarak *teknoloji ile fen öğretimi yeterlik inancı* ise öğretmen adaylarının teknoloji destekli fen öğretimini planlama, yürütme ve değerlendirme süreçlerinde kendilerini ne ölçüde yeterli gördüklerine ilişkin genel inanç düzeyini ifade etmektedir. Dolayısıyla süreçte öğrenciler, teknoloji ile fen öğretiminin önemini fark etmiş olsalar da bu farkındalık onların özyeterlik algılarını veya sonuç beklentilerini anlamlı biçimde değiştirmemiştir. Yükseltürk ve Altıok (2016), deneysel çalışmanın ön test ve son test sonuçlarını karşılaştırdıklarında teknolojiye yönelik bazı boyutlarda anlamlı fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Örneğin teknolojinin gerekliliği ile ilgili ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir. Çalışmada elde edilen nitel bulgular da bu nicel sonuçları desteklemektedir. Katılımcıların görüşleri, sanal laboratuvar deneyimlerinin fen öğretimine çok boyutlu katkılar sunduğunu göstermektedir. Katılımcı görüşlerinden elde edilen kodlar, öğretmen adaylarının fen öğretiminde gerçek deneylere güçlü bir bağlılık geliştirdiklerini ve sanal deneyleri çoğunlukla tamamlayıcı bir araç olarak gördüklerini ortaya koymaktadır. Aki ve Ezberci Çevik (2025), sanal laboratuvarlar ve Web 2.0 araçlarına yönelik özyeterlik gelişimini incelemiş ve öğretmen adaylarının görüşlerini değerlendirmişlerdir. Araştırma bulgularına göre öğretmen adaylarının özyeterliklerini geliştirebilmeleri için altyapı eksikliklerinin giderilmesi ve özellikle öğretmenlerin uygulamalara önceden göz atmalarının sağlanması gerektiğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu, fen öğretiminde gerçek deneyin daha önemli olduğunu, kavram öğretiminde öncelik taşıdığını, gerçek deneyin gerekli olduğunu, asıl öğrenmenin gerçek deneyde gerçekleştiğini, kalıcılığa etkisinin bulunduğunu, uygulamalı öğretimin önemli olduğunu; yaparak yaşayarak öğrenmenin, eksiklerin farkına varmanın, pekiştirmede rolünün ve derinlemesine öğrenmeyi sağlamanın öğretim sürecinde merkezi bir yere sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca Deney Grubu-II katılımcıları, dokunsal hissiyatın önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bu görüşleri grup çalışmasına ilişkin görüşleri ile de benzerlik göstermektedir. Öğretmen adayları, gerçek deneylerde, grup içi tartışma ve sorgulama fırsatları sunduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgular; grup çalışmasının katılımcılar arasında karşılıklı öğrenmeyi desteklediğini, farklı bakış açıları

kazandırdığını ve eksik bilgilerin tamamlanmasına katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Literatürde de laboratuvar ortamında grup çalışmasının, öğretmen adaylarının sosyal etkileşim yoluyla bilimsel düşünmeyi, problem çözme ve iletişim becerilerini geliştirdiği sıkça vurgulanmaktadır. Bu bulgular, Öztürk ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmayla da benzerlik göstermektedir. Söz konusu çalışmada grup çalışmasının kişisel becerilerin gelişimine katkı sağladığı ve öğrenmeyi desteklediği ifade edilmiştir. Tunç-Pekkan ve ark. (2022), laboratuvar kullanımının hayati öneme sahip olduğunu ve öğrenmenin ana unsurlarından biri olduğunu ifade etmiştir. Elde edilen kodlar; öğretmen adaylarının öğrenmeyi doğrudan deneyim, gözlem ve uygulama yoluyla gerçekleştirdiklerine inandıklarını göstermektedir. Bazı ifadelerde ise öğretmen adaylarının teknoloji ve sanal laboratuvar uygulamalarına karşı direnç gösterdikleri görülmektedir. Böyle bir öğrenme anlayışı, teknoloji tabanlı uygulamaların ikincil konumda kalmasını, teknolojiyle fen öğretimi özyeterliğinde anlamlı bir değişimin olmamasını açıklayabilir. Katılımcılar; ayrıca iş birliği ve el becerisi gelişimini desteklemesi, gerçek deneyde iş birliği ve diyalog gelişimi sağlaması, kişisel uyumsuzluk ve zorlanma yaşanması, hata yapıldığında hocadan yardım alınması, deney yapmanın özyeterliği artırması ve gerçek deneylere karşı ön yargının yıkılması gibi kodlarda gerçek deneylerin bilişsel olduğu kadar duyuşsal ve sosyal katkılarına da dikkat çekmiştir. Yeşiloğlu ve ark. (2021), öğretmen adaylarının yüz yüze eğitimle yapılan laboratuvar derslerinin psikomotor becerileri geliştirdiğini ve tıpkı bir deneyi kurmak ve tamamlamak gibi uygulamalı deneyimler sağladığını belirtmişlerdir. Bu bulgular, öğretmen adaylarının gerçek deneyleri yalnızca bilgi edinme aracı olarak değil; aynı zamanda özyeterlik kazandıran, iş birliği becerilerini geliştiren ve etkileşimi artıran bir süreç olarak gördüklerini göstermektedir. Williams ve Svensson (2021); grupta fikir paylaşımlarının öğrenmeyi netleştirdiğini, tartışma ortamı oluşturduğunu ve olumlu tutum sergilediklerini belirtmişlerdir. Öte yandan bazı ifadeler, grup çalışmasının her zaman sorunsuz ilerlemediğini ve bireysel farklılıkların süreci etkileyebileceğini göstermektedir. Bu durum, grup içi etkileşimlerin sadece öğrenmeyi desteklemekle kalmayıp aynı zamanda problem çözme, çatışma yönetimi ve zaman yönetimi becerilerini de gerekli kıldığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla sanal laboratuvar uygulamaları, bu tür sosyal ve duyuşsal bileşenleri yeterince sunmadığından öğretmen adaylarının teknolojik özyeterlik algılarının belirgin biçimde değişmediği söylenebilir. Gerçek deneylere yönelik kodlar arasında, deneylerin riskli yönlerine dair farkındalığın da yüksek olduğu görülmüştür. Gerçek deneylerin riskli olduğu; kimyasal, elektrik ve kesici alet riskleri ile yanma gibi tehlikeler içerdiği belirtilmiştir. Öğretmen

adayları; bu risklerin genellikle deneylerin tehlikeli yönlerinin kabulü, gerçek deneyin risklerine karşı tedbir alarak yapma, bilinçlendirme ve önlemlerle risk yönetimi, tehlikeli deneylerden önlem alarak çözüm üretme, risklerden dolayı alternatif deney arayışı, riskleri eğitim sürecinin doğal zayıfatı olarak görme ve laboratuvarında önlemler sonrası yapılabilir hale getirme gibi yaklaşımlarla yine gerçek deneylerin önemini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları, riskin doğal bir süreç olduğunu ve bir sorun olarak görülmemesi gerektiğini belirterek gerçek deneylere daha fazla önem vermişlerdir. Bir diğer önemli bulgu, öğretmen adaylarının gerçek deneylerin riskli olduğunu bilmelerine ya da malzeme konusunda sorun yaşamalarına rağmen sanal deneylere yönelmek yerine bir şekilde gerçek deneyi yapmaya çaba gösterdiklerini belirtmeleridir. Bu bulgular, öğretmen adaylarının asıl öğrenmenin gerçek deneyler yoluyla gerçekleştiğini, teknolojinin ve sanal laboratuvarların ise öğrenmeyi destekleyici bir araç olduğunu benimsediklerini göstermektedir. Benzer şekilde, Kabataş Memiş ve ark. (2023) da öğretmen adaylarının görüşlerine dayanarak teknolojinin öğrenmeyi desteklediğini ifade ettiklerini belirtmiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının riskleri tamamen olumsuz bir unsur olarak değil; öğretim sürecinin doğal bir parçası olarak değerlendirdiklerini göstermektedir. Öğretmen adayları ayrıca gerçek deneylerin yürütülmesinde karşılaşılan zorluklara da değinmişlerdir. Gerçek deneyin zor olduğu, yorumlama ve ölçüm zorluğu içerdiği, çok zaman aldığı, uğraştırıcı olduğu ve lojistik sorunlar yaşattığını ifade etmişlerdir. Bu zorluklar karşısında bazı öğretmen adayları; gerçek deney yapılamadığında mecburi teorik anlatım yaptıklarını, malzeme yoksa sanal deney yaptırabileceklerini, kendi imkânlarıyla gerçek deneyi yine de yapmaya çalışacaklarını, gerçek deneylerin bazı yönlerden kolay olduğunu ve sınırlayıcı faktörlerin bulunmadığını ifade etmişlerdir. Evren Yapıcıoğlu ve Yurttaş Kumlu (2017); benzer şekilde öğretmen adaylarının dokunsal deneyimlere önem verdiklerini, deney yapmak için bireysel malzemeler temin ederek deneyleri tamamladıklarını veya alternatif gerçek deneylere yöneldiklerini belirtmişlerdir. Bulgular; gerçek deneyin öğretim sürecinde hâlâ öncelikli öğrenme aracı olarak görüldüğünü, sanal deneylerin ise yalnızca zorunlu durumlarda veya destekleyici olarak kullanıldığını göstermektedir. Sanal deneylere ilişkin bulgular incelendiğinde katılımcıların bu ortamlara kısmen olumsuz bir tutum sergiledikleri görülmüştür. Öğretmen adayları; sanal laboratuvarın ön hazırlık rolü olduğunu, gerçek deneyi sanalı doğrulamak amacıyla kullanılabileceğini, sadece önceden merak oluşturma etkisinin olabileceğini, laboratuvar deneyimi olmayan öğrencilere ön gösterim rolünün olduğunu belirtmişlerdir. Ancak bu kullanım biçiminin, teknolojiyi öğretim sürecinin

merkezine değil de çevresine yerleştirildiğini göstermektedir. Sarı ve ark. (2019), öğrenme ortamının tüm duyu organlarıyla etkileşim sağlamasının öğrenme çıktıları üzerinde olumlu etki yaratabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da öğretmen adayları dokunsal hissiyatın daha etkili öğrenme sağlayabileceğini ifade etmişlerdir. Diğer yandan sanal deneylerin risksiz olduğu yönündeki görüşler, teknolojik uygulamaların güvenli oluşuna vurgu yaparken bu güvenli ortamın öğrenme açısından bazen yetersiz etkileşim anlamına geldiği görülmüştür. Öğretmen adayları; sanal laboratuvar uygulamalarının arayüzünü anlamada sorun yaşanabileceğini, altyapı problemlerinin olabileceğini, sanal deneylerin kafa karıştırıcı ve aşırı karmaşık olduğunu, çocukların sanal deneyleri anlamayabileceğini belirtmişlerdir. Bu durum, öğretmen adaylarının sanal deneylerde yeterince rahat hissetmemelerine ve teknolojiye dayalı öğretim süreçlerinde özyeterliklerinin gelişmemesinden kaynaklanıyor olabilir. Katılımcıların önemli bir kısmı; sanalı gerçek deney olarak görmediklerini, tercih etmediklerini, sanal deneylerin derinlemesine öğrenme sağlamadığını, sanalın çok da önemli olmadığını ve el becerisi gelişimini olumsuz etkilediğine dair olumsuz tutumlarını ifade etmişlerdir. Bu görüşler; sanal ortamların öğretim sürecinde bilişsel derinlik, kalıcılık ve uygulama boyutunda gerçek deneylerin yerini alamadığına dair bir inancı ortaya koymaktadır. Bununla birlikte bazı katılımcılar; sanalın görselleştirmeye katkısı, öğrenmeyi kolaylaştırması, öğrenmede etkili olması, faydalı görülmesi, merak uyandırıcı olması, test ortamı sunması, zaman tasarrufu sağlaması, çeşitli avantajlara sahip olması, önemli bir araç olarak değerlendirilmesi, tercih edilmesi, bireysel kullanım imkânı sunması ve gerekli görülmesi gibi ifadelerle sanal deneylere ilişkin olumlu değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Bu durum, öğretmen adaylarının teknolojiyi tamamen reddetmediklerini ancak onun rolünü daha çok destekleyici bir araç olarak gördüklerini göstermektedir. Öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik farkındalık kazandıkları ancak fen öğretiminde teknolojiyi merkezi bir unsur olarak görmedikleri söylenebilir. Elde edilen nitel bulgular, nicel bulguları açık biçimde desteklemektedir. Koca ve Kızılay (2024) da öğretmen adaylarının sanal laboratuvarları gerekli gördüklerini ve avantajlarından bahsettiklerini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik genel inançlarında olumlu bir değişim yaşanmaması; teknoloji ile fen öğretimi özyeterliklerinde anlamlı bir artışın gerçekleşmemesi, öğretmen adaylarının fen öğretimini hâlâ gerçek deney merkezli, uygulamalı ve somut bir süreç olarak görmelerinden kaynaklanmaktadır. Kodlarda açıkça görüldüğü üzere gerçek deneyler, öğretim sürecinin “temel”; sanal deneyler ise “destekleyici” unsuru olarak konumlandırılmıştır. Kabataş Memiş ve ark. (2023);

öğretmen adaylarının tercih ettikleri teknolojilerin öğrenmeye yardımcı olması, düzeye uygunluğu, içeriği somutlaştırması, kalıcılık sağlaması, detaylı içerik sunması, tamamlayıcı olması ve kolay kullanılabilir olması gibi sebeplerini belirtmiştir. Bu durum, teknolojinin fen öğretiminde bir yenilik olarak değil; var olan öğretim anlayışına hizmet eden bir araç olarak görülmesine yol açmıştır. Dolayısıyla özyeterliklerinde artış sınırlı kalmıştır. Bu durum, nicel analizde istatistiksel anlamlılık görülmemesinin nedeni olarak değerlendirilebilir. Tüm bu bulgular bir araya getirildiğinde öğretmen adayları; motivasyon, kavramları görselleştirme ve öğrenmeye katılım açısından olumlu etkilenmiş ancak bireysel yeterlik farklılıkları nedeniyle bu katkı istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmamıştır. Bu bağlamda nitel bulgular, nicel sonuçları desteklemekte ve sanal laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının fen öğretimine ilişkin özyeterlik algılarını güçlendirebileceğini ortaya koymaktadır. Bu sonucun ortaya çıkmasındaki diğer bir etken, Deney Grubu-II katılımcılarının gerçek deneylerden önce sanal deneyleri hazırlık amacıyla kullanmalarındır. Öğretmen adayları nitel görüşmelerde, sanal deneyleri çoğunlukla ön hazırlık veya deney provası amacıyla kullandıklarını ifade etmişlerdir. Deney Grubu-II katılımcıları, Menon ve ark. (2020)'nin bulgularının aksine, deneysel bir sürece maruz kalmalarına rağmen inançlarında belirgin bir gelişme göstermemiştir. Katılımcıların bazı ifadeleri, olumlu tutum sergilediklerini gösterse de teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarından çok gerçek yöntemleri tercih etme eğiliminde olduklarını göstermiştir.

5.1.2.3. Fenin tanımına yönelik görüşler

Deney Grubu II'de yer alan öğretmen adaylarının fen kavramına yönelik görüşleri, büyük ölçüde fenin yaşantı ve hayatla ilişkilendirilmesi yönünde yoğunlaşmıştır. Katılımcıların ifadeleri, fenin yalnızca soyut ya da teorik bilgilerden ibaret bir alan değil; bireylerin çevreyle etkileşimini anlamlandırmalarına yardımcı olan, günlük yaşantının içinde deneyimlenen bir bilgi alanı olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, fenin birey için işlevselliğini ve yaşamla bütünleşik yapısını öne çıkaran bir bakış açısını yansıtmaktadır. Literatürde de fenin günlük hayatla ilişkilendirilmesinin öğrencilerde fene karşı ilgiyi ve öğrenme motivasyonunu artırdığı sıkça vurgulanmaktadır. Öğretmen adaylarının ikinci olarak sıkça dile getirdikleri boyut, fenin doğayı anlamak ve doğa ile uyum sağlamak işlevleridir. Bu ifadeler; fenin doğadaki düzeni kavramaya, doğal olayları açıklamaya ve insan/doğa etkileşimini anlamaya aracılık eden bir disiplin olarak algılandığını göstermektedir. Benzer şekilde Lederman

ve ark. (2013), fenin disiplinler arası bir yapı olarak tanımlanabileceğini ifade etmişlerdir. Katılımcıların bu yöndeki vurguları, çevre sorunlarının ve sürdürülebilir yaşamın gündemde olduğu günümüzde fenin yalnızca bilgi değil; aynı zamanda doğa ile uyumlu yaşam biçimleri geliştirme aracı olarak görüldüğünü göstermesi bakımından dikkat çekicidir. Bazı katılımcılar ise feni daha klasik anlamda, bilimsel bilgi ve yöntemlerle özdeşleştirmişlerdir. Fen bilimdir, fen deneydir, fen laboratuvarda öğrenilir, fen sorgulamaktır ve fen araştırmaktır gibi ifadeler; fenin deneysel boyutuna ve bilimsel yöntemle olan sıkı ilişkisine işaret etmektedir. Bu yönüyle adaylar, fenin bilgi üretme süreci olduğunu ve gözlem, deney, araştırma ile sorgulamanın fenin ayrılmaz parçaları olduğunu vurgulamışlardır. Daha az sayıda katılımcı, fenin kapsayıcılığına dikkat çekmiştir. Bilinçli veya bilinçsiz her şey fendir ya da doğanın matematiği fendir gibi ifadeler, fenin yalnızca belirli bir alan değil; varoluşun ve evrendeki düzenin açıklanmasında temel bir yaklaşım olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Bu bakış açısı, fenin felsefi ve bütüncül boyutunu yansıtmaktadır. Ayrıca fen ve teknolojinin iç içe olması yönündeki değerlendirmeler, fenin modern çağda teknolojiyle ayrılmaz biçimde ilişkili görüldüğünü ortaya koymaktadır. Arslan ve ark. (2009); öğretmen adaylarının feni çoğunlukla uygulamaya dönük ve yaşamı iyileştirmeye yönelik bir süreç olarak algıladıklarını, bilimsel araştırma ve keşif boyutunu ise daha sınırlı bir şekilde değerlendirdiklerini belirtmişlerdir. Deney Grubu-II'deki öğretmen adaylarının fen tanımları daha çok yaşam, doğa ve çevre merkezli bir perspektifle şekillenmiştir. Bu, Deney Grubu-I'in daha çok bilimsel süreç ve deneysel boyutlara odaklanan tanımlarıyla karşılaştırıldığında önemli bir farklılık göstermektedir. Deney Grubu-II adaylarının fen algısında, fenin hayatla bütünleştirilmesi ve doğayı anlamlandırma işlevi daha baskın iken Deney Grubu-I'de fenin bilimsel, laboratuvar temelli yönü ön plana çıkmıştır. Bu bulgu, farklı deneyimlerin ve kullanılan öğretim yöntemlerinin adayların fen algısını şekillendirmede belirleyici olduğunu düşündürmektedir. Deney Grubu-II'nin daha bütüncül ve yaşamla bağlantılı tanımlara yönelmesi, onların fenin yalnızca okulda öğretilen bir ders değil; yaşamın içinde deneyimlenen bir alan olduğunu fark ettiklerini göstermektedir. Bu durum; fen eğitiminin hedefleri arasında yer alan bilim okuryazarlığı, günlük yaşamla ilişkilendirme ve çevresel farkındalık kazanımlarına yönelik olumlu bir gelişimi işaret etmektedir.

5.1.3. Kontrol Grubuna yönelik sonuçlar

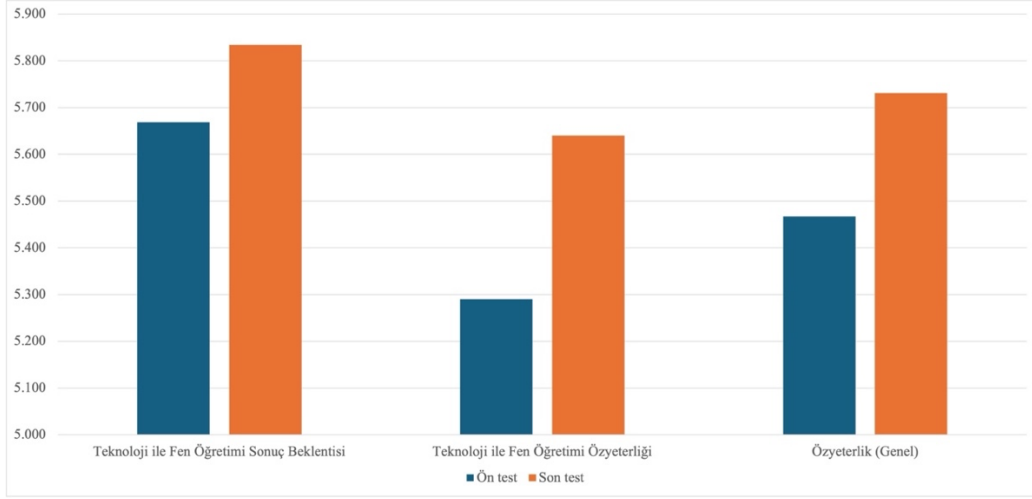
Kontrol Grubu'na ilişkin teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlilik inançları ve kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarına dair nitel bulgular, aşağıda detaylı olarak sunulmuştur. Kontrol Grubu katılımcıları, YÖK kur tanımına göre öğrenme süreçlerine devam etmişlerdir. Burada deneysel çalışmanın doğası gereği ek bir müdahalede bulunulmamıştır.

5.1.3.1. Kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi

Kontrol Grubunun kavram yanlışlarındaki değişim, Wilcoxon işaretli sıralar testi ile incelenmiştir. Bulgulara göre öğretmen adaylarının ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Fen eğitiminde fizik kavramları bağlamında sık görülen kavram yanlışları, örneğin bir nesnenin sadece hareket ederken kuvvetin uygulandığını düşünmek veya hareketsiz bir nesnenin kuvvetle etkilenemeyeceğini varsaymak gibi kavram yanlışlarıdır (Kartal, 2024). Kontrol Grubunda bu yanlışların ön test ve son test arasında giderilmemesi, öğretmen adayların ders sürecinde yalnızca gözlem yapmalarının ve doğal sürecin bu temel kavramları kavramaları için yeterli olmadığını ifade edilebilir. Genel olarak müdahalesiz süreç, öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin yanlışlarını gidermede sınırlı bir etki yaratmıştır. Bu da kavram yanlışlarının etkin ve yapılandırılmış müdahaleler olmadan düzelmesinin zor olduğunu ortaya koymaktadır. Çünkü kavram yanlışlarında bireyler, değişime karşı direnmektedir (Posner ve ark., 1982). Bu direncin yıkılabilmesi için çeşitli müdahalelerin yapılması gerekebilir (Gürel ve ark., 2015).

5.1.3.2. Teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarının gelişimi

Kontrol Grubunda yer alan öğretmen adaylarına ön test ve son testler arasında herhangi bir müdahale uygulanmamıştır. Kontrol Grubu katılımcıları, YÖK'ün ilgili kur tanımına uygun olarak Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I derslerine devam etmişlerdir. Bu süreçte, öğretmen adaylarının inanç gelişimlerinin doğal olarak gelişip gelişmediği incelenmiştir. Ön test ve son test sonuçları incelendiğinde öğretmen adaylarının genel inanç düzeylerinin "*Katılıyorum*" seviyesinde olduğu ve son testlerde düşük bir artış gözlemlendiği görülmüştür (Şekil 5.3). Ancak t testi analizlerinde ön test ve son testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$).



Şekil 5.3. Kontrol Grubunun ön test ve son test ortalamaları

Teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi, öğretmen adaylarının teknoloji destekli fen öğretiminde öğrencilerin öğrenme sonuçlarının olumlu olacağına dair beklentilerini ölçmektedir. Sonuçların anlamlı bir değişim göstermemesi, adayların derslerde gözlemledikleri deneyimlerin veya uygulamaların bu beklentileri önemli ölçüde etkilememiş olabileceğini düşündürmektedir. Teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği ise, öğretmen adaylarının teknoloji destekli fen öğretimi yapabilme yetkinliklerine dair özyeterlikleri ölçer. Bandura'ya (1997); özyeterliklerin zamanla, doğal olarak deneyimlerle gelişebileceğini belirtmiştir ancak bu süreç, planlanmış ve hedeflenmiş deneyimler olmadan sınırlı kalabilir. Özyeterlik gelişimi, dört temel kaynaktan beslenir (Bandura, 1997) doğrudan yaşantılar, dolaylı yaşantılar, sözel ikna ve duygusal/fizyolojik durumlar. Doğrudan yaşantılar, kişinin kendi doğrudan deneyimlerine dayanır ve özyeterliği en güçlü şekilde geliştirir. Kontrol Grubunda herhangi bir özel müdahale uygulanmaması ve adayların yalnızca doğal ders deneyimleri ile özyeterliklerini geliştirmeye çalışmaları, sınırlı gelişimin temel nedeni olarak değerlendirilebilir. Genel olarak her iki alt faktörde de ve ölçme aracı genelinde küçük artışlar gözlenmiş olsa da bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum, müdahalesiz süreçlerin öğretmen adaylarının inanç ve özyeterlik gelişimi üzerindeki etkisinin sınırlı olabileceğini göstermektedir.

5.1.6. Grupların karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar

Bu bölümde, farklı grupların teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarının karşılaştırılmasına ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Deney grupları ve

Kontrol Grubunun ön test ve son testlerine ilişkin ANOVA analizi sonuçları aşağıda ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

Araştırmada, Deney Grubu-I, Deney Grubu-II ve Kontrol Grubunun ön test puanlarının birbirinden farklı olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) gerçekleştirilmiştir. Analizlerde, ölçme aracının genelinden elde edilen toplam puanların yanı sıra “teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi” ve “teknoloji ile fen öğretimi özyeterliliği” alt faktörleri de ayrı ayrı incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, her üç grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$). Başka bir ifadeyle uygulama öncesinde deney grupları ile Kontrol Grubunun teknoloji destekli fen öğretimine yönelik yeterlik inançları ve beklenti düzeylerinin birbirine denk olduğu görülmüştür. Bu bulgu, araştırmanın iç geçerliliği açısından önemli bir göstergedir çünkü gruplar arasında başlangıçta bir farklılık bulunmaması, son testte ortaya çıkabilecek değişimlerin büyük ölçüde uygulamadan kaynaklandığını göstermektedir. Son testlere yönelik olarak gruplar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında yapılan ANOVA analizi sonucunda ise “teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi”, “teknoloji ile fen öğretimi özyeterliliği” ve ölçme aracının genel puanlarında Deney Grubu-I lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bu sonuç, uygulamanın Deney Grubu-I üzerinde daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşın Kontrol Grubu ile Deney Grubu-II arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bu durumun birkaç farklı nedeni olabilir. Örneğin Deney Grubu-I’deki katılımcılar sanal deneyleri gerçek deneylerden sonra kullanmışlardır. Bu durum, öğretmen adaylarının sanal deneyleri bilgilerini pekiştirmeye ve kavramları daha derinlemesine anlamaya yönelik bir teknolojik araç olarak değerlendirmelerinden kaynaklanıyor olabilir. Çünkü bilgiyi pekiştirmek, tam öğrenmenin gerçekleşmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Buna karşın Deney Grubu-II katılımcıları sanal deneyleri gerçek deneylerden önce kullandıkları için sanal deneyleri daha çok ön hazırlık ya da deney düzeneğini tanıma amacıyla değerlendirdiklerini ifade etmişlerdir. Kartal ve Taşdemir (2023); bireylerin doğal dünyayı öğrenebilmek için gerekli araçlarla laboratuvar ortamlarında veri toplama, analiz etme ve gözlem süreçlerini etkin biçimde kullanmaları gerektiğini vurgulamıştır. Bu bağlamda, Deney Grubu-II’de yer alan bazı katılımcılar sanal deneylere çok fazla ihtiyaç duymadıklarını belirtmişlerdir. Onlara göre asıl önemli olan, deneyleri doğrudan yaparak öğrenmek ve dokunsal bir hissiyatla sürece katılmaktır (Tatlı ve Ayas, 2013). Bu nedenle öğrenmenin daha etkili bir biçimde gerçek deneyler aracılığıyla gerçekleşebileceğini ifade etmişlerdir. Katılımcıların bu görüşleri,

teknolojinin gerekliliği konusunda daha temkinli ve şüpheli bir yaklaşım sergilediklerini gstermektedir. Dolayısıyla gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamasının olası nedenlerinden biri de bu tutum olabilir. Kontrol Grubu ile Deney Grubu-II arasında son test puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın ortaya çıkmamasının da çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Öncelikle Deney Grubu-II'de sanal deneyler kullanılmış olsa da bu deneyler öğrenme sürecinde merkezi bir rol üstlenmemiş, daha çok ön hazırlık veya deney düzeneğini tanıma amacıyla değerlendirilmiştir. Tatlı ve Ayaş (2013), sanal deneylerin gerçek deneylerin tamamlayıcısı olması gerektiğini vurgulamıştır. Bu nedenle Deney Grubu-II'deki teknoloji katkısı sınırlı kalmış ve öğrenme çıktılarında belirgin bir farklılık yaratmamıştır. Buna karşılık Kontrol Grubundaki öğrenciler, fen laboratuvarı uygulamalarına tamamen gerçek yöntemlerle devam etmişlerdir. Yapararak-yaşayarak öğrenmenin sunduğu dokunsal deneyim ve etkileşim imkânları, bu gruptaki öğrencilerin de güçlü öğrenme kazanımları elde etmelerine katkı sağlamıştır. Ayrıca Deney Grubu-II'de yer alan bazı katılımcıların, sanal deneylere yönelik şüpheli tutumları da sanal deneylerin etkisini sınırlamış olabilir. Bu bulgular, alan yazındaki bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin Darrah ve ark. (2014) tarafından yürütölen bir araştırmada, sanal ve gerçek deneylerin uygulandığı iki farklı grup karşılaştırılmış ve fizik kavramlarının öğrenilmesi açısından anlamlı bir fark bulunmadığı rapor edilmiştir.

Deney gruplarında deneyime dayalı bu sürecin, Kolb ve Kolb (2005)'in deneyimsel öğrenme döngüsündeki aşamalarla büyük ölçüde örtüştüğu görölmektedir. Bu döngü, öğrenmenin yalnızca bilişsel bir süreç değil; aynı zamanda yaşantılar yoluyla anlam oluşturmayı da içeren dinamik bir yapı olduğunu vurgular. Söz konusu döngü;

i) *Somut yaşantı*: Öğrenenin bir olayı, durumu veya etkinliği doğrudan deneyimlediği ve bu deneyim aracılığıyla ilk elden bilgi edindiği aşamadır.

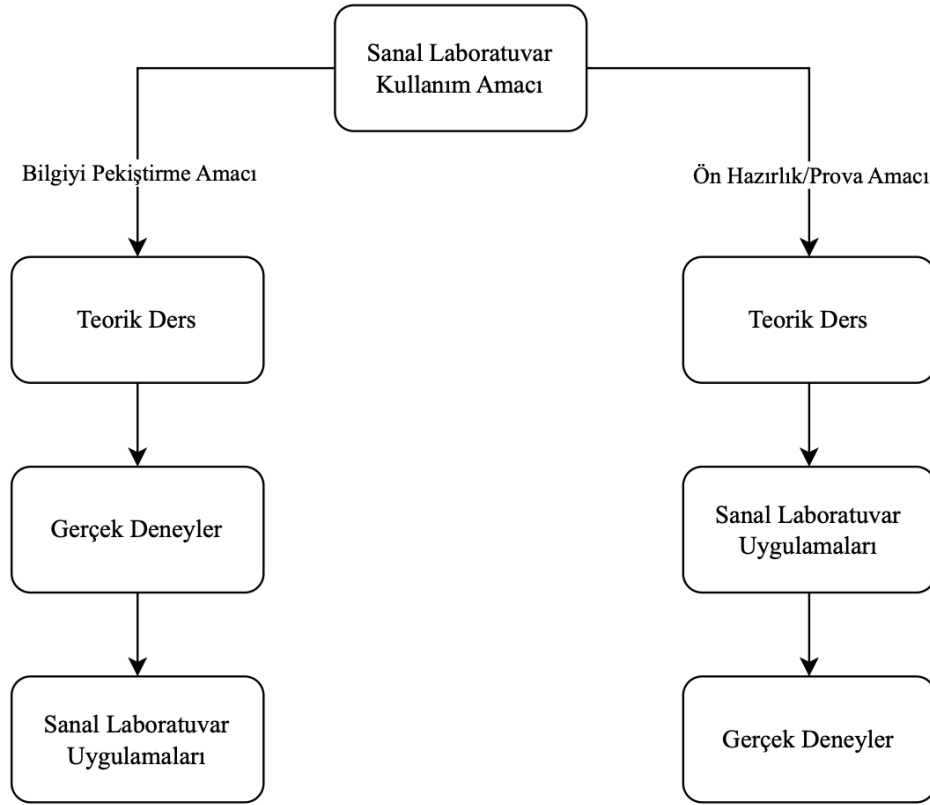
ii) *Yansıtıcı gözlem*: Bireyin yaşadığı deneyim üzerine düşünerek gözlem yapıp bu süreçten anlam çıkardığı ve deneyimi içselleştirdiği aşamadır.

iii) *Soyut kavramsallaştırma*: Gözlemlerden ve yaşantılardan elde edilen sonuçların kuramsal bilgiye dönüştüröldüğu, bireyin yeni kavramlar ve ilişkiler geliştirdiği aşamadır.

iv) *Aktif deneyim*: Edinilen bilgi ve kavramların yeni durumlarda uygulanarak sınılandığı, öğrenmenin pekiştirildiği ve deneyim döngüsünün yeniden başlatıldığı aşamadır.

Bu bağlamda, Deney Grubu-I'deki katılımcıların sanal deneyleri somut yaşantılarını pekiştirme ve yansıtıcı gözlem aşamalarında daha etkili biçimde kullanmaları; öğrenme sürecinin sonraki aşamalarında (soyut kavramsallaştırma ve aktif deneyim) daha derin, anlamlı ve kalıcı öğrenme çıktılarını elde etmelerine katkı sağlamış olabilir. Ayrıca, sanal laboratuvar ortamlarının katılımcılara güvenli, esnek ve tekrarlanabilir bir deneyim alanı sunması; deneyimsel öğrenme döngüsünün her aşamasının daha etkin bir biçimde yaşanmasını mümkün kılmaktadır. Benzer şekilde Su ve Cheng (2019); deneyime dayalı simülasyonların kullanılmasının yalnızca akademik başarıyı artırmakla kalmadığını, aynı zamanda öğrencilerin sürdürülebilir kalkınma bilincinin gelişimine de anlamlı katkılar sağladığını vurgulamıştır. Bu bulgular, deneyimsel öğrenme yaklaşımının teknoloji destekli öğretim ortamlarında da etkili biçimde uygulanabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla öğretmen yetiştirme programlarında sanal laboratuvar uygulamalarına daha geniş yer verilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır (Glazier ve ark., 2017). Deneyim temelli öğrenme, öğretmen eğitimi açısından kritik bir öneme sahiptir çünkü bu yaklaşım; öğretmen adaylarının öğrencilerle birlikte gerçek, özgün ve etkileşimli bir öğrenme sürecine katılmalarını sağlar. Geleneksel sınıf kalıplarının dışına çıkmak, öğretmen adaylarının yalnızca bilgi aktaran bir konumdan sıyrılarak öğrenme sürecinin aktif bir parçası haline gelmelerine imkân tanır. Böylece öğretmen, öğrenme ortamında öğrencilerle eşit bir pozisyonda yer alarak birlikte öğrenen ve keşfeden bir rol üstlenir (Kızıltepe ve Kartal, 2025). Ayrıca Voon ve ark. (2023), öğretmen adaylarının derslerinde etkin teknoloji kullanımını deneyimsel öğrenme bağlamında değerlendirmiş ve deneyimsel öğrenmenin öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağladığını belirtmiştir.

Bu sonuç, sanal laboratuvar uygulamalarının da gerçek deneyler kadar etkili olabileceğini göstermektedir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, Deney Grubu-I katılımcılarının sanal deneyleri gerçek deneylerden sonra kullanmış olmalarıdır. Nitel bulgular, öğrencilerin sanal deneyleri gerçek deneylerde edindikleri bilgileri pekiştirmek ve kavramları somutlaştırmak açısından faydalı bulduklarını ortaya koymuştur. Öğrenciler, gerçek deney sürecinden edindikleri bilgi ve deneyimleri sanal ortama taşıyarak süreci daha bilinçli şekilde yönlendirebilmişlerdir. Bu durum, onların özyeterlik algılarını güçlendirmiş ve deney sürecinde daha stratejik kararlar almalarına olanak sağlamıştır.



Şekil 5.4. Deneysel sıralamanın hedeflenen amaçları

Dolayısıyla sanal deneylerin öğretim süreçlerine stratejik olarak entegre edilmesi, öğrencilerin hem kavramsal anlama düzeylerini artırma hem de özyeterlik inançlarını geliştirme açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Bununla birlikte uygulama sürecinde sanal deneylerin süresi, sıklığı ve kapsamı yeterince yoğun olmayabileceğinden bu deneylerin laboratuvar ortamında yapılan gerçek deneyler kadar güçlü bir etki yaratmadığı düşünülebilir. Deneysel Grubu-I ve Deneysel Grubu-II'ye yönelik bulgular, literatürdeki çalışmalarla hem benzerlikler hem de farklılıklar göstermektedir. Örneğin Puntambekar ve ark. (2021); yürüttükleri çalışmada deney gruplarından birinde öğrencilerin bir hafta gerçek deney, sonraki hafta ise aynı deneyin sanal laboratuvar versiyonunu yaptıklarını; diğer grupta ise sürecin tersine yürütüldüğünü belirtmiştir. Araştırmacılar, elde ettikleri bulgularda gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Pyatt ve Sims (2012), gerçek ve sanal laboratuvar deneylerinin öğrenme üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla çapraz bir deney tasarımı kullanmışlardır. Araştırmada öğrenciler iki gruba ayrılmış; bir grup önce sanal, sonra gerçek deney yaparken diğer grup ters sırayla deneyleri gerçekleştirmiştir. Elde ettikleri sonuçlar; öğrencilerin sanal laboratuvarlara yönelik olumlu tutumlar sergilediklerini, ekipman kullanılabilirliğini daha yüksek bulduklarını ve her iki ortamda

da benzer öğrenme performansı gösterdiklerini ortaya koymuştur. Erdosne Toth ve ark. (2009) ise çalışmalarında öğrencilere önce sanal laboratuvar uygulamalarını, ardından gerçek deneyleri yaptırmışlardır. Araştırmacılar, deney sıralamasının anlamlı bir etkisinin olmadığını belirtirken öğrencilerin genel olarak sanal laboratuvarları önce kullanmayı tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Tüm bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde sanal ve gerçek laboratuvarların birbirinin alternatifi değil, tamamlayıcısı niteliğinde olduğu söylenebilir. Öğrencilerin önce gerçek deneylerle kavramları somutlaştırması, ardından sanal ortamda bu bilgileri yeniden yapılandırarak pekiştirmesi öğrenme sürecini daha verimli hâle getirebilir. Dolayısıyla fen öğretiminde sanal laboratuvar uygulamalarının planlı, amaçlı ve pedagojik temelli bir biçimde entegrasyonu; öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal kazanımlarını artırma potansiyeline sahiptir.

Kavram yanlışlarının giderilmesi açısından gruplar incelendiğinde yapılan analizler yalnızca Deney Grubu-I üzerinde anlamlı bir farkın ortaya çıktığını göstermektedir. Bunun aksine, Deney Grubu-II ve Kontrol Grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Bu durum, kavram yanlışlarının giderilmesinde teknoloji entegrasyonunun ve uygulama biçiminin önemini ortaya koymaktadır. Artiawati ve ark. (2016), kavram yanlışlarının giderilmesinde teknoloji destekli öğretim yöntemlerinin etkili olabileceğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda Deney Grubu-I'de gözlenen fark, teknoloji kullanımının öğrencilerin öğrenmesini pekiştirecek şekilde entegre edilmesinden kaynaklanabilirken Deney Grubu-II'de benzer bir etkinin görülmemesi, teknoloji entegrasyonunun yeterince etkili uygulanmamasından veya öğrencilerin teknoloji tabanlı öğrenme ortamlarına adaptasyon sürecini yeterince benimsememesinden kaynaklanmış olabilir. Özellikle Deney Grubu-I öğrencilerinin sanal deneyleri ve teknolojiyi bilgiyi pekiştirmek amacıyla kullanmaları, kavram yanlışlarının giderilmesinde pozitif bir katkı sağlamıştır. Buna karşın Deney Grubu-II öğrencilerinin teknolojiyi daha çok ön hazırlık veya prova amacıyla kullanmaları, bu etkinin sınırlı kalmasına neden olmuş olabilir. Çünkü bilgiyi pekiştirme süreci, öğretmen adaylarının öğrenmelerini derinleştirerek kavram yanlışlarını azaltmaya doğrudan katkı sağlarken hazırlık aşaması yalnızca deney öncesi bir alıştırma niteliğinde olduğundan kavram yanlışlarının giderilmesinde yeterli etkiyi yaratmamış olabilir. Kontrol Grubunda istatistiksel bir değişiklik olmaması ise Posner ve ark. (1982) tarafından ifade edildiği gibi bireylerin kavram yanlışlarına karşı dirençli olmasından kaynaklanabilir. Gürel ve ark. (2015) ise bu dirençlerin aşılabilmesi ve kavramsal yanlışların giderilerek kavramsal değişimin sağlanabilmesi için geleneksel öğretim yöntemlerinin ötesinde

müdahalelerin uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır. Posner ve ark. (1982) kavramsal değişim modeline göre bir kavram yanılması, ancak bireyin zihnindeki mevcut yapı ile gerçek arasındaki çelişki fark edildiğinde değişime uğrar. Bu bağlamda sanal laboratuvar deneylerinin, bilişsel çelişkiyi ortaya çıkarma potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir (Trundle ve Bell, 2010). Kontrol Grubunda istatistiksel bir farkın gözlemlenmemesi, bu bilişsel çelişkinin oluşmamasından ve dolayısıyla sanal laboratuvar deneylerinin kullanılmamasından kaynaklanmış olabilir. Deney Grubu-II'de de farkın ortaya çıkmaması, öğrencilerin sanal laboratuvarlara karşı ön yargılı yaklaşımlarından veya bu ortamları etkili kullanamamış olmalarından kaynaklanabilir. Çünkü öğretmen adayları sanal laboratuvardan ziyade gerçek deneylerin verdiği dokunsal hissiyatın öğrenmede daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Öte yandan, Roschelle ve ark. (2000), görselleştirmenin ve simülasyon kullanımının kavram öğretiminde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Bu görüş, Deney Grubu-I'de elde edilen bulguları desteklerken Deney Grubu-II'deki sonuçlarla çelişmektedir. Benzer şekilde Nersessian (1989) hem gerçek hem de sanal deneylerin öğrencilerin kavram yanılgılarını giderme potansiyeline sahip olduğunu belirtmiş, Demirci (2005) ise teknoloji destekli laboratuvarların özellikle kuvvet ve hareket kavramları ile ilgili yanılgıların giderilmesinde önemli bir etkiye sahip olduğunu vurgulamıştır. Sonuç olarak kavram yanılgılarının giderilmesinde teknoloji entegrasyonu ve öğrencilerin bu teknolojiyi nasıl kullandıkları kritik bir rol oynamaktadır. Deney Grubu-I'de gözlenen anlamlı fark, pekiştirme odaklı teknoloji kullanımının kavram yanılgılarını azaltmada etkili olduğunu gösterirken Deney Grubu-II ve Kontrol Grubunda farkın ortaya çıkmaması, uygulama yöntemlerinin ve öğrenci yeterliklerinin bu sürece doğrudan etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen temel sonuçlar, herhangi bir müdahale olmaksızın teknoloji temelli fen öğretimi özyeterliklerinin gelişmeyeceğini göstermektedir. Ancak bu gelişimin sağlanabilmesi için gerçek deneylerin ardından sanal laboratuvar uygulamalarının kullanılması gerekmektedir. Diğer yandan kavramsal yanılgıların giderilebilmesi açısından da bulgular, sanal deneylerin gerçek deneylerden sonra uygulanmasının daha etkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte eğer bireylere daha önce gerçek deneyler gösterilmemiş ve deneylerin olası tehlikeleri hakkında yeterli bilgi verilmemişse sanal deneylerin bu aşamada hazırlık amacıyla kullanılması daha uygun olacaktır. Dolayısıyla, teorik derslerin ardından gerçek deneylerin yapılması ve bu sürecin sanal deneylerle desteklenmesi önemlidir.

5.2. Öneriler

Öğretmen adaylarının teknoloji destekli laboratuvar uygulamaları konusundaki özyeterlik gelişimleri ve kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik elde edilen bulgular doğrultusunda öneriler şunlardır:

- Sonraki çalışmalar için öğretmen adaylarının özyeterlik gelişimini ve kavram yanlışlarının giderilme süreçleri desteklemek amacıyla sanal deneylerin dersin sonunda pekiştirme aracı olarak kullanılması önerilmektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin derste öğrendiklerini uygulama ve gözleme fırsatı bulmalarını sağlar; böylece öğrenilen bilgilerin kalıcılığı artar. Wilkins (2023) de teknoloji kullanımının özyeterlik gelişiminde önemli rol oynadığını vurgulamaktadır. Özellikle laboratuvar ortamına erişim sınırlı olan durumlarda sanal deneyler, öğrencilerin deney yapma deneyimini güvenli ve tekrarlanabilir bir şekilde yaşamalarını sağlar. Bu yöntem, karma öğrenme ortamlarında gerçek deneylerle birlikte kullanıldığında öğrenme etkinliğini artırabilir.
- Daha önce laboratuvar deneyimi olmayan veya deney düzeneğini kurmada güçlük yaşayan öğrenciler için sanal deneylerin uygulama öncesinde tanıtılması ve bilinçlendirme çalışmalarının yapılması önerilmektedir. Bu, öğrencilerin deney ortamına adaptasyonunu kolaylaştırır ve kaygılarını azaltır. Örneğin sanal ortamda deneyin adımları ve güvenlik önlemleri gösterildikten sonra, öğrenciler gerçek laboratuvar deneyine daha hazırlıklı ve özgüvenli bir şekilde başlayabilir. Ön hazırlık, özellikle karmaşık deney düzeneği ve teknik ekipman kullanılan durumlarda öğrenme başarısını artırabilir.
- Elde edilen bulgulara göre öğretmen adayları; bilgiyi pekiştirmek için sanal laboratuvarları, gerçek deneylerden sonra kullanmayı tercih etmişlerdir. Bu strateji, öğrencilerin deney sırasında gözlemlediklerini ve öğrendiklerini tekrar gözden geçirmelerine olanak tanır. Sonraki çalışmalar için farklı konularda görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde bu stratejinin etkinliği test edilebilir. Örneğin kimya veya fizik gibi soyut kavramların pekiştirilmesinde sanal deneylerin kullanımı, kavramsal yanlış anlamaların düzeltilmesine yardımcı olabilir.
- Bu çalışma, yalnızca bir dönemle sınırlı olduğundan kavram yanlışlarının kalıcılığını ve uzun vadeli değişimini izlemek için boyamsal çalışmalar yapılması önerilmektedir. Kısa dönemde kavram yanlışlarının giderilmesi sağlansa da uzun

dönemde öğrencilerin teknoloji destekli laboratuvar deneyimlerinden ne ölçüde faydalandığı boylamsal araştırmalarla daha net görülebilir. Boylamsal çalışmalar, öğrencilerin bilgi ve özyeterlik düzeylerinin zaman içindeki değişimini takip etme imkânı sunar ve eğitim programlarının etkililiğini daha güvenilir şekilde değerlendirebilir (Creswell ve Creswell, 2017).

- Katılımcıların grup çalışmalarında daha etkin iş birliği kurabilmeleri için grupların sınıf ortamında öğrenciler tarafından doğal biçimde oluşturulmasına olanak tanınabilir. Öztürk ve ark. (2016); grup çalışmalarının iş birliği, iletişim ve problem çözme becerilerini geliştirdiğini belirtmektedir. Öğrencilerin kendi ilgi ve yeteneklerine göre oluşturduğu gruplar, motivasyonu artırabilir ve grup içi etkileşimi güçlendirebilir. Ayrıca sanal laboratuvar ortamlarında birlikte deney yapma fırsatı, öğrencilere ortak problem çözme ve fikir alışverişi yapma imkânı sunar.
- Bu araştırmada Web 2.0 tabanlı sanal laboratuvar uygulamaları kullanılmıştır. Sonraki çalışmalarda Web 3.0 araçları, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve yapay zekâ destekli simülasyonlar gibi daha gelişmiş teknolojilerin kullanılması önerilmektedir. Bu tür teknolojiler, öğrencilerin deneyimleri daha etkileşimli ve gerçekçi hâle getirerek karmaşık kavramların anlaşılmasını kolaylaştırabilir. Örneğin artırılmış gerçeklik veya sanal gerçeklik ile moleküllerin üç boyutlu yapısını gözlemlemek veya simülasyonlarla deneylerin sonuçlarını gerçek zamanlı analiz etmek mümkün olabilir.
- Bire bir nitel görüşmelerde, bazı katılımcıların soruları yanıtsız bıraktıkları ve güçlük yaşadıkları gözlemlendiğinden sonraki araştırmalarda odak grup görüşmelerinin tercih edilmesi önerilmektedir. Odak grup görüşmeleri, katılımcıların birbirini teşvik etmesine ve farklı fikirleri paylaşmasına olanak tanır. Böylece bire bir görüşmelerde ortaya çıkmayabilecek kavram yanılgıları veya özyeterlikle ilgili düşünceler de açığa çıkabilir. Katılımcılar grup içinde kendilerini daha rahat ifade edebilir ve tartışmalar sırasında yeni perspektifler kazanabilir.

KAYNAKLAR

- Abbitt, J. T. (2011). An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers. *Journal of digital learning in teacher education*, 27(4), 134-143.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International journal of science education*, 22(7), 665-701.
- Acar, B. (2021). *Eğitsel robot eğitiminin öğretmenlerin kabul, hizmet içi eğitime dönük tutum ve BT kullanımı öz-yeterliliklerine etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya.
- Adadan, E. & Savaşçı, F. (2012). An analysis of 16–17 years-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 34(4), 513-544.
- Adams, W & Wieman, C. (2010). Development and validation of instruments to measure learning of expert-like thinking. *International Journal of Science Education*, 33(9), 1289-1312.
- Addido, J., & Burrows, T. A. (2022). Addressing pre-service teachers' misconceptions and promoting conceptual understanding through the conceptual change model. *Problems of Education in the 21st Century*, 80(4), 499-515.
- Addido, J., Burrows, A., & Slater, T. (2022). The effect of the conceptual change model on conceptual understanding of electrostatics. *Education Sciences*, 12(10), 696.
- Aki, A., & Çevik, E. E. (2025). Fen bilimleri öğretmen adaylarının web 2.0 araçları hakkındaki görüşleri. *Eğitim ve Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 8(1), 50-64.
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International journal of science education*, 34(11), 1667-1686.
- Artiawati, P. R., Mulyani, R., & Kurniawan, Y. (2016). Identifikasi kuantitas siswa yang miskonsepsi menggunakan three tier-test pada materi gerak lurus beraturan (GLB). *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 1(1), 13-15.

- Aslan, O., Yalçın, N., & Taşar, F. (2009). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(3), 1-8.
- Atasoy, Ş., & Akdeniz, A. R. (2007). Newton'un hareket kanunları konusunda kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik bir testin geliştirilmesi ve uygulanması. *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), 45-59.
- Avcı, D. E., Kara, İ., & Karaca, D. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının iş konusundaki kavram yanılgıları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 27-39.
- Aydın, G., & Karyagdi, M. (2023). Pre-service science teachers' views on technology-supported conceptual change activities. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 10(4), 1058-1071.
- Bandalos, D. L. (2018). *Measurement theory and applications for the social sciences*. Guilford Publications.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Baran, M., & Sözbilir, M. (2018). An application of context-and problem-based learning (C-PBL) into teaching thermodynamics. *Research in Science Education*, 48, 663-689.
- Bayraktar, S. (2009). Misconceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 273-291.
- Bazie, H., Lemma, B., Workneh, A., & Estifanos, A. (2024). The effect of virtual laboratories on the academic achievement of undergraduate chemistry students: Quasi-experimental study. *JMIR Formative Research*, 8(1), e64476.
- Berek, F. X., Sutopo, S., & Munzil, M. (2016). Concept enhancement of junior high school students in hydrostatic pressure and archimedes law by predict- observe-explain strategy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 230-238.
- Bhukuvhani, C., Kusure, L., Munodawafa, V., Sana, A., & Gwizangwe, I. (2010). Pre-service Teachers' use of improvised and virtual laboratory experimentation in Science teaching. *International Journal of Education and Development Using ICT*, 6(4), 27-38.

- Bradley, J.D. & Mosimege, M.D. (1998). Misconceptions in acids and bases: A comparative study of student teachers with different chemistry backgrounds. *South African Journal of Chemistry*, 51(3), 137-145.
- Britner, S. L., & Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 43(5), 485-499.
- Brown, S., & Melear, C. (2007). Preservice teachers' research experiences in scientists' laboratories. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 573-597.
- Bowles, M. A. (2010). The think-aloud controversy in second language research. Routledge.
- Burgoon, J. N., Heddle, M. L., & Duran, E. (2010). Re-examining the similarities between teacher and student conceptions about physical science. *Journal of Science Teacher*, 22, 101–114.
- Buteler, L., & Coleoni, E. A. (2016). Is there something useful in students' mistakes?: A Cognitive resources-based approach. *Electronic Journal of Science Education*, 13(2), 116-135.
- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, spss uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010). Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40, 313-337.
- CH, S. N. S. S., Munawar, W., & Hamdani, A. (2019). Eliminate misconception in learning. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 299, 416-418.
- Chang, C. Y., Yeh, T. K., & Barufaldi, J. P. (2010). The positive and negative effects of science concept tests on student conceptual understanding. *International Journal of Science Education*, 32(2), 265-282.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-70.
- Creswell, J. W. (2012). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (3. edition)*. Sage Publications.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.

- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research (2nd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Philadelphia: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Çelik, H., & Karamustafaoğlu, O. (2016). Science prospective teachers' self-efficacy and views on the use of information technologies in the teaching of physics concepts. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education, 10(1)*, 182-208.
- Çepni, S., & Çil, E. (2010). Using a conceptual change text as a tool to teach the nature of science in an explicit reflective approach. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 11(1)*, Article 11.
- Çepni, S., Ormanç, Ü., & Ülger, B. B. (2020). Examination of context based question writing skills of science teachers participated in a scientific literacy course. *Journal of Qualitative Research in Education, 8(4)*, 1249-1270.
- Çepni, S., Ülger, B. B., & Ormanç, Ü. (2017). Pre-service science teachers' views towards the process of associating science concepts with everyday life. *Journal of Turkish Science Education, 14(4)*, 1-15.
- Darrah, M., Humbert, R., Finstein, J., Simon, M., & Hopkins, J. (2014). Are virtual labs as effective as hands-on labs for undergraduate physics? A comparative study at two major universities. *Journal of science education and technology, 23*, 803-814.
- Demirci, N. (2005). A study about students' misconceptions in force and motion concepts by incorporating a web-assisted physics program. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET, 4(3)*, 40-48.
- Demirçalı, S. (2006). *Üniversite öğrencilerinin kuvvet ve hareket kavramlarını algılamaları üzerine bir çalışma* [Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi].
- Desstya, A., Sayekti, I.C., Abduh, M., & Sukartono, S. (2025). Development of a four-tierdiagnostic test for misconceptions in natural science of primary school pupils. *Journal of Turkish Science Education, 22(2)*, 338-353.
- DeVellis, R. F., & Thorpe, C. T. (2021). *Scale development: Theory and applications (5th Ed.)*. Sage publications Inc.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science, 340(6130)*, 305-308.
- Doran, R. L. (1980). *Basic measurement and evaluation of science instruction*. National Science Teachers Association, Washington, D.C.

- Enochs, L. G., & Riggs, I. M. (1990). Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale. *School Science and Mathematics*, 1-30.
- Eryilmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of research in science teaching*, 39(10), 1001-1015.
- Esin, A., & Altunoğlu, B. D., (2010). Pre-service teachers' views about their competencies in biology applications. *Journal of Turkish Science Education*, 7(1), 37-46.
- Erdosne Toth, E., Morrow, B., & Ludvico, L. (2009). Designing blended inquiry learning in a laboratory context: A study of incorporating hands-on and virtual laboratories. *Innovative Higher Education*, 33, 333-344.
- Evran Yapıcıoğlu, A., & Yurttaş Kumlu, G. D., (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik laboratuvarında karşılaştıkları sorunlar, çözüm yöntemleri ve önerileri. *Researcher: Social Science Studies*, 5(9), 1-15.
- Fetherstonhaugh, T., & Treagust, D. F. (1992). Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76(6), 653-672
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS (and sex and drugs and rock 'n' roll) (4. Edition)*. Washington DC: SAGE Publication.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., ... & LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 1(1), 010103.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education (8. Editon)*. McGraw-Hill.
- Fratwi, N. J., Samsudin, A., & Costu, B. (2018). Enhancing K-10 students' conceptions through computer simulations-aided PDEODE* E (CS-PDEODE* E) on Newton's laws. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2), 214-223.
- Gomez-Zwiep, S. (2008). Elementary teachers' understanding of students' science misconceptions: Implications for practice and teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 437-454.

- Gressieg, S. L. (2023). *Quantitative Correlational Research: Examining the Relationship Between Culturally Responsive Practice and Teacher Confidence of Kindergarten Through Fourth Grade Teachers* [Doktora tezi, Northcentral University].
- Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H., Herayanti, L., Suranti, N. M. Y., & Yahya, F. (2019, November). *Using virtual laboratory to improve pre-service physics teachers' creativity and problem-solving skills on thermodynamics concept*. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1280, p. 052038). IOP Publishing.
- Gundel, E., Piro, J. S., Straub, C., & Smith, K. (2019). Self-efficacy in mixed reality simulations: Implications for preservice teacher education. *The Teacher Educator, 54*(3), 244-269.
- Gürel, D. K., Eryılmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11*(5), 989-1008.
- Gülçiçek, Ç., & Yağbasan, R. (2004). Basit sarkaç sisteminde mekanik enerjinin korunumu konusunda öğrencilerin kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24*(3), 23-38.
- Güneş, T., Dilek, N. Ş., Demir, E. S., Hoplan, M., & Çelikoğlu, M. (2010, November). *Öğretmenlerin kavram öğretimi, kavram yanılgılarını saptama ve giderme çalışmaları üzerine nitel bir araştırma*. International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya, Türkiye
- Gürdoğan, M. (2020). Fen bilgisi öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının teknoloji kullanımı hakkındaki görüşleri. *Anadolu Öğretmen Dergisi, 4*(1), 114-131.
- Gürsoy, G., & Göksun, D. O. (2019). The experiences of pre-service science teachers in educational content development using Web 2.0 Tools. *Contemporary Educational Technology, 10*(4), 338-357.
- Glazier, J., Bolick, C., & Stutts, C. (2017). Unstable ground: Unearthing the realities of experiential education in teacher education. *Journal of Experiential Education, 40*, 231-248.
- Hancock, D. R., & Algozzine, B. (2006). *Doing case study research: A practical guide guide for beginning researchers (1. Editon)*. Teachers College, Columbia University, New York and London.
- Haverly, C., & Davis, E. A. (2024). Unpacking readiness for elementary science teaching: what preservice teachers bring and how that can be shaped through teacher education. *Studies in Science Education, 60*(1), 75-119.

- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory: A response to March 1995 critique by Huffman and Heller. *Physics Teacher*, 33, 502-504.
- Howey, K.R., & Zimpher, N.L. (1996). Patterns in prospective teachers: Guides for designing pre-service programs. In F. Murray (Ed.), *The teacher educator's handbook: Building a knowledge base for the preparation of teachers* (ss. 465–505). San Francisco, CA.
- Hsu, P. C., Thuy, T. T. H., & Chen, R. S. (2022). Female preschool teachers' perceptions of mobile communities and teacher self-efficacy for professional development: The mediating effects of trust and interaction via mobile apps. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 31, 147-154.
- Husnaini, S. J., & Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010119.
- İsen, İ. A., & Kavcar, N. (2006). Ortaöğretim fizik dersi" yeryüzünde hareket" ünitesindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve ünitenin öğretim programının geliştirilmesi üzerine bir çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 84-90.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1993). *Lisrel 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Kalaycı, S. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science & Technological Education*, 1-23.
- Kaltakci, D & Didis, N. (2007). Identification of pre-service physics teachers' misconceptions on gravity concept: A study with a 3-tier misconception test. *In AIP Proceedings*, 899(1), 499-500.
- Kaltakçı, D. (2012). *Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics* [Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi].
- Kaniawati, I., Fratiwi, N. J., Danawan, A., Suyana, I., Samsudin, A., & Suhendi, E. (2019). Analyzing students' misconceptions about Newton's laws through four-

- tier newtonian test (FTNT). *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 110-122.
- Karagöz, Y. (2021). *SPSS ve AMOS uygulamalı nicel-nitel-karma bilimsel araştırma yöntemleri ve yayın etiği*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kartal, T. (2017). Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonu. Demirci Güler, M. P. (Ed.), *Fen Bilimleri Öğretimi* (ss. 175-199). Pegem Akademi.
- Kartal, T. (2024). Fizik 1 konu ve kavramlarında sıkça görülen kavram yanılgıları. M. Yılmazlar & A. Öztuna Kaplan (Ed.) *Fizik 1*. (ss. 293-332). Nobel Yayıncılık.
- Kartal, T. & Kızıltepe, İ. S., (2024). Fen öğretiminde kavramsal becerilerin geliştirilmesi. F. Taşın Ekici & H. Çelik (Ed.) *Bütüncül eğitim yaklaşımına göre etkinlik temelli fen öğretimi*. (ss. 17-42). Eğiten Kitap.
- Kartal, T. & Taşdemir, A. (2023). Fizik kavramlarının öğretiminde sanal laboratuvar uygulamaları ve ideal öğrenme ortamı. B. Gülbahar & S. Y. Sıvacı (Ed.) *Cumhuriyetin 100. Yılında Eğitim İdealleri Üzerine*. (ss. 293-332). Eğitim Yayınevi.
- Kartal, T., (2013). *Mikro öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimine etkisi* [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi].
- Kartal, T., & Dilek, I. (2021). Preservice science teachers' TPACK development in a technology-enhanced science teaching method course. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 7(4), 339-353.
- Kartal, T., Kaya, V. H., Öztürk, N., & Ekici, G. (2012). The exploration of the attitudes of the science teacher candidates towards teaching profession. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 2759-2764.
- Kartal, T., Kızıltepe, İ. S., & Kartal, B. (2022). Extending technology acceptance model with scientific epistemological and science teaching efficacy beliefs: A study with preservice teachers. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 8(1), 1-16.
- Kaya, A., (2010). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ışık ve atom kavramlarını anlama seviyelerinin tespiti. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 15-37.
- Kennedy-Clark, S. (2011). Pre-service teachers' perspectives on using scenario-based virtual worlds in science education. *Computers & Education*, 57(4), 2224-2235.

- Kerr, K., Beggs, J., & Murphy, C. (2006). Comparing children's and student teachers' ideas about science concepts. *Irish Educational Studies*, 25(3), 289-302.
- Khanshan, S. K., & Yousefi, M. H. (2020). The relationship between self-efficacy and instructional practice of in-service soft disciplines, hard disciplines and EFL teachers. *Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education*, 5(1), 1-20.
- Kınık Topalsan, A. (2015). *Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi ve bulunan yanlışların oluşturulan argüman ortamları ile giderilmesi*. [Doktora tezi. Marmara Üniversitesi].
- Kıray, S. A., & Şimşek, S. (2021). Determination and evaluation of the science teacher candidates' misconceptions about density by using four-tier diagnostic test. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 935-955.
- Kızılcık, H. Ş., & Güneş, B., (2011). Düzgün dairesel hareket konusunda üç aşamalı kavram yanlışlığı testi geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 278-292.
- Kızıltepe, İ. S. (2020). *Öğretmen Adaylarının Epistemolojik ve Fen Öğretimi Yeterlik İnançları Açısından Teknoloji Kabullerinin İncelenmesi* [Yüksek Lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Kızıltepe, İ. S. & Kartal, T (baskıda). Deneyimsel öğrenme ölçeğinin Türkçeye uyarlanması: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *İhlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*.
- Kıray, S. A., Gok, B., & Bozkir, A. S. (2015). Identifying the factors affecting science and mathematics achievement using data mining methods. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 1(1), 28-48.
- Koca, A. B., & Kızılay, E. (2024). Pre-service science teacher's opinions on virtual labs and their use in biology. *Research on Education and Media*, 16(1), 56-63.
- Kurt, Ş., & Akdeniz, A. R. (2004). Öğretmen adaylarının kuvvet kavramı ile ilgili yanlışlarını gidermede keşfedici laboratuvar modelinin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 196-205.
- Küçük, M. (2005). Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yerçekimi kuvveti hakkında sahip oldukları kavramların incelenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 2(1), 32-45.

- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *Online Submission, 1*(3), 138-147.
- Lee, S. C. (2025). Effects of Different Combinations of Hands-On and Virtual Lab Activities on Pre-Service Elementary Teachers' Physical Science Content Knowledge and Self-Efficacy in Teaching Science. *Journal of College Science Teaching, 54*(5), 420-429
- Lee, Y., & Lee, J. (2014). Enhancing pre-service teachers' self-efficacy beliefs for technology integration through lesson planning practice. *Computers & education, 73*, 121-128.
- Liampa, V., Malandrakis, G. N., Papadopoulou, P., & Pnevmatikos, D. (2019). Development and evaluation of a three-tier diagnostic test to assess undergraduate primary teachers' understanding of ecological footprint. *Research in Science Education, 49*, 711-736.
- Lincoln, Y.S., & Guba, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Liu, G., & Fang, N. (2016). Student misconceptions about force and acceleration in physics and engineering mechanics education. *International Journal of Engineering Education, 32*(1), 19-29.
- Long, T., & Johnson, M. (2000). Rigour, reliability and validity in qualitative research. *Clinical Effectiveness in Nursing, 4*, 30-37.
- Looi, C. K., Zhang, B., Chen, W., Seow, P., Chia, G., Norris, C., ... Soloway, E. (2010). 1:1 mobile inquiry learning experience for primary science students: A study of learning effectiveness. *Journal of Computer Assisted Learning, 27*, 269–287.
- Mainali, B. R., & Heck, A. (2017). Comparison of traditional instruction on reflection and rotation in a Nepalese high school with an ICT-rich, student-centered, investigative approach. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*, 487-507.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). Fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, ve 8. Sınıflar): Türkiye yüzyılı maarif modeli. Ankara.
- McDermott, L. C. (2001). Oersted medal lecture 2001: “Physics education research – the key to student learning”. *American Journal of Physics, 69* (11), 1127-1137.

- Kabataş Memiş, E., Et, S. Z., & Sönmez, E. (2023). Integration of technology into science teaching: a phenomenological study on the experiences of the pre-service teachers. *Science Education International*, 34(3), 166-176.
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 193-212.
- Menon, D., Chandrasekhar, M., Kosztin, D., & Steinhoff, D. C. (2020). Impact of mobile technology-based physics curriculum on preservice elementary teachers' technology self-efficacy. *Science education*, 1-38.
- Meriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber*. S. Turan (Çev. Ed.), Nobel Yayıncılık.
- Merriam, S. B. (1998). *Case study research in education: a qualitative approach*. San Francisco: Jossey- Bass Inc. Publishers.
- Mihret, Z., Alemu, M., & Assefa, S. (2023). Effectiveness of blended physics laboratory experimentation on preservice physics teachers' understanding of the nature of science. *Pedagogical Research*, 8(1), 1-10.
- Miles, M. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis (2. Edition)*. Beverly Hills, California: Sage.
- Nersessian, N. J. (1989). Conceptual change in science and in science education. *Synthese*, 80(1), 163-183.
- Ngah, A. H., Kamalrulzaman, N. I., Mohamad, M. F. H., Abdul Rashid, R., Harun, N. O., Ariffin, N. A., & Abu Osman, N. A. (2023). Do science and social science differ? Multi-group analysis (MGA) of the willingness to continue online learning. *Quality & Quantity*, 57(4), 2957-2980.
- Olympiou, G., & Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96, 21-47.
- Onbasili, Ü. I. (2020). The effects of science teaching practice supported with Web 2.0 tools on prospective elementary school teachers' self-efficacy beliefs. *International Journal of Progressive Education*, 16(2), 91-110.
- Onwuegbuzie, A. J., & Collins, K. M. T. (2007). A typology of mixed methods sampling designs in social science research. *The Qualitative Report*, 12(2), 281–316.

- Ozturk, N., Bozkurt Altan, E. & Ercan S. (2016). Investigating pre-service science teachers' laboratory approach choices. *International Journal of Learning and Teaching*, 8(1), 61-68.
- Özdemir, E. B. (2025). prospective science teachers' self-efficacy beliefs and perspectives on instructional technologies in science education: Online instructional technology training. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 14(2), 370-389.
- Pallant, J. (2016). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS (6. Edition)*. Open University Press/McGraw-Hill Education.
- Palmer, D. (2006). Durability of changes in self-efficacy of preservice primary teachers. *International Journal of Science Education*, 28(6), 655-671.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods (3. Edition)*. Sage Publications Inc.
- Penn, M., & Mavuru, L. (2020). Assessing pre-service teachers' reception and attitudes towards virtual laboratory experiments in life sciences. *Journal of Baltic Science Education*, 19, No. 6A.
- Perez-Flores, G. (2023). *Science Teacher Experiences With Professional Development and Virtual Labs: A Mixed-Method Study* [Doktora tezi, New Jersey City University].
- Petrosino, A. J., & Mann, M. J. (2017). The challenges of understanding fluid in fluid density. *Journal of Continuing Education and Professional Development*, 4(1), 28-38.
- Puntambekar, S., Gnesdilow, D., Dornfeld Tissenbaum, C., Narayanan, N. H., & Rebello, N. S. (2020). Supporting middle school students' science talk: A comparison of physical and virtual labs. *Journal of Research in Science Teaching*, 1-28.
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 29(5), 489-497.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Potvin, P., & Cyr, G. (2017). Toward a durable prevalence of scientific conceptions: Tracking the effects of two interfering misconceptions about buoyancy from preschoolers to science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(9), 1121-1142.

- Pyatt, K., & Sims, R. (2012). Virtual and physical experimentation in inquiry-based science labs: Attitudes, performance and access. *Journal of Science Education and Technology, 21*, 133-147.
- Poutot, G., & Blandin, B. (2015). Exploration of students' misconceptions in mechanics using the FCI. *American Journal of Educational Research, 3(2)*, 116-120.
- Roschelle, J. M., Pea, R. D., Hoadley, C. M., Gordin, D. N., & Means, B. M. (2000). Changing how and what children learn in school with computer-based technologies. *The future of children, 10(2)* 76-101.
- Rehmat, A. P., & Bailey, J. M. (2014). Technology integration in a science classroom: Preservice teachers' perceptions. *Journal of Science Education and Technology, 23*, 744-755.
- Richardson, V. (2003). Preservice teachers' beliefs. Ratsh., J & McAninch, A. C. (Ed.) *Teacher beliefs and classroom performance: The impact of teacher education.* (ss. 1-22). Information Age Publishing.
- Robnett, R. D., Chemers, M. M., & Zurbruggen, E. L. (2015). Longitudinal associations among undergraduates' research experience, self-efficacy, and identity. *Journal of Research in Science Teaching, 52(6)*, 847-867.
- Ronen, M., & Eliahu, M. (2000). Simulation-a bridge between theory and reality: The case of electric circuits. *Journal of computer assisted learning, 16*, 14-26.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education, 58(1)*, 136-153.
- Saat, R., Fadzil, H., Aziz, N., Haron, K., Rashid, K., Shamsuar, N. (2016). Development of an online three-tier diagnostic test to assess pre-university students' understanding of cellular respiration. *Journal of Baltic Science Education, 15(4)*, 532-546.
- Samsudin, A., Fratiwi, N. J., Kaniawati, I., Suhendi, E., Hermita, N., Suhandi, A., ... & Supriyatman, S. (2017). Alleviating students' misconceptions about newton's first law through comparing Pdeode* e tasks and POE tasks: Which is more effective. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 215-221.*
- Sandelowski, M. (2010). What's in a name? Qualitative description revisited. *Research in Nursing & Health, 33(1)*, 77-84.

- Saraç, H., & Özarslan, M. (2017). Fen alanı öğretmen adaylarının bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik görüşleri. *International e-Journal of Educational Studies (IEJES)*, 1(1), 32-46.
- Sarı, U., Hassan, A. H., Güven, K., & Şen, Ö. F. (2017). Effects of the 5E teaching model using interactive simulation on achievement and attitude in physics education. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 25(3), 20-33.
- Schunk, D. H., & Pajares, F. (2002). The development of academic self-efficacy. In *Development of Achievement Motivation* (ss. 15-31). Academic Press.
- Seçer, İ. (2013). *SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi: Analiz ve raporlaştırma*. Anı Yayıncılık.
- Serway, R. A., & Beichner, R. J. (2011). Fizik 1 (K. Çolakoğlu, Çev. Ed.). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Shertzer, R. P. (2023). *A Predictive Correlational Study of Factors Affecting Teachers' Technology Self-Efficacy* [Doktora tezi, Liberty University].
- Silverman, D. (1998). Qualitative research: meanings or practices?. *Information Systems Journal*, 8(1), 3-20.
- Singh-Pillay, A. (2024). Exploring science and technology teachers' experiences with integrating simulation-based learning. *Education Sciences*, 14(8), 1-16.
- Surtiana, Y., Suhandi, A., Putri, K. L., Setiawan, W., Siahaan, P., Samsudin, A., & Costu, B. (2020). Reconstruction high school student's conception about parallel electrical circuit concept using virtual conceptual change laboratory (VCCLab). *Universal Journal of Educational Research*, 8(12B), 8169-8177.
- Srisawasdi, N., Pondee, P., & Bunterm, T. (2018). Preparing pre-service teachers to integrate mobile technology into science laboratory learning: an evaluation of technology-integrated pedagogy module. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 12(1), 1-17.
- Şahin, Ç., & Çepni, S. (2011). Developing of the concept cartoon, animation and diagnostic branched tree supported conceptual change text: "gas pressure". *International Journal of Physics and Chemistry Education*, 3(SI), 25-33.
- Şimşek, D., Yurtcan, M. T., & Oktay, Ö. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konularındaki kavram yanlışları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 195-214.

- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics (6. Edition)*. New York: Pearson Education.
- Taban, T., & Kiray, S. A. (2022). Determination of science teacher candidates' misconceptions on liquid pressure with four-tier diagnostic test. *International Journal of Science and Mathematics Education, 20*(8), 1791-1811.
- Taşkın, T., & Moğol, S. (2017). An example for creative drama in physics education: Friction force. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education, 11*(1), 198-221.
- Tatlı, Z., & Ayas, A. (2013). Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. *Journal of Educational Technology & Society, 16*(1), 159-170.
- Temur, A., Durukan, A., & Artun, H. (2022). The Relationship between the pre-service science teachers' self-efficacy towards science teaching and tendency to use technology in classes. *Mimbar Sekolah Dasar, 9*(2), 367-380.
- Truța, C., Maican, C. I., Cazan, A. M., Lixândriou, R. C., Dovleac, L., & Maican, M. A. (2023). Always connected@ work. technostress and well-being with academics. *Computers in Human Behavior, 143*, 107675.
- Töman, U., Karataş, F. Ö., & Çimer, S. O. (2013). Enerji ve enerji ile ilişkili kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik standart bir testin geliştirilmesi süreci ve uygulanması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi, 8*(1), 116-134.
- Treagust, D. (1986). Evaluating students' misconceptions by means of diagnostic multiple choice items. *Research in Science education, 16*(1), 199-207.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education, 10*(2), 159-169.
- Tsehay Mengistie, S. (2025). Effect of simulation and animation-integrated technology instruction on pre-service geography teacher trainees' conceptual understanding and retention in learning the earth's rotation and revolution. *International Research in Geographical and Environmental Education, 14*(2), 453-472
- Tuncay, T., Akçam, H. K., & Dökme, İ. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı fizik konularındaki kavram yanlışları ve araştırmada uygulanan tekniğin araştırma sonucuna etkisi. *Journal of Turkish Science Education, 9*(3), 137-159.
- Tunç-Pekkan, Z., Ölmez, İ. B., & Taylan, R. D. (2023). An online laboratory school research on pre-service mathematics teachers' experiences and mathematics teaching anxiety. *Education and Information Technologies, 28*(5), 5739-5761.

- Tüysüz, C. (2010). The effect of the virtual laboratory on students' achievement and attitude in chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 37-53.
- Unsal, A. A., & Aydogdu, C. (2025). Technological tools used in misconceptions studies in physics education: A systematic review. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 11(3), 210-220.
- Vahey, P., Kim, H. J., Jackiw, N., Sela, H., & Knudsen, J. (2020). From the static to the dynamic: teachers' varying use of digital technology to support conceptual learning in a curricular activity system, 52, 1275–1290.
- Valls-Bautista, C., Solé-Llussà, A., & Casanoves, M. (2021). Pre-service teachers' acquisition of scientific knowledge and scientific skills through inquiry-based laboratory activity. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 11(5), 1160-1179.
- Voon, X. P., Wong, S. L., Wong, L. H., Khambari, M. N. M., & Syed-Abdullah, S. I. S. (2023). Developing pre-service teachers' computational thinking through experiential learning: Hybridisation of plugged and unplugged approaches. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 18, 006-006.
- Wancham, K., Tangdhanakanond, K., & Kanjanawasee, S. (2022). The construction and validation of the cognitive model of force and motion for a diagnosis of misconceptions. *Journal of Education Naresuan University*, 24(3), 60-70.
- Wang, L., Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2004). Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(3), 231–250.
- Watson, G. (2006). Technology Professional Development: Long-Term Effects on Teacher Self-Efficacy. *Journal of Technology and Teacher Education*, 14(1), 151-166.
- Wilkins, W. J. J. (2023). *Designed for digital? A qualitative study of teacher self-efficacy and their consideration, integration, and implementation of an elementary digital science textbook* [Doktora tezi, University of Houston].
- Williams, A. T., & Svensson, M. (2021). Student teachers' collaborative learning of science in small-group discussions. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 65(6), 914-927.
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585.

- Yağbasan, R., & Gülçüçek, A.G.Ç., (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 102-120.
- Yasri, P. (2014). A systematic classification of student misconceptions in biological evolution. *International Journal of Biology Education*, 3(2), 31-41.
- Yeşiloğlu, S. N., Gençer, S., Ekici, F., & Işık, B. (2021). Examining pre-service teachers' views about online chemistry laboratory learning experiences amid the COVID-19 pandemic. *Journal of Turkish Science Education*, 51, 108-124.
- Yetilmezsoy, K. (2017). IMECE-Implementation of mathematical, experimental, and computer-based education: A special application of fluid mechanics for civil and environmental engineering students. *Computer Applications in Engineering Education*, 1-28.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. K. (1992). The case study method as a tool for doing evaluation. *Current Sociology*, 40(1), 121-137.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and method (3. Edition)*. Sage Publications.
- Yukselturk, E., & Altıok, S. (2017). An investigation of the effects of programming with Scratch on the preservice IT teachers' self-efficacy perceptions and attitudes towards computer programming. *British Journal of Educational Technology*, 48(3), 789-801.
- Younis, B. K. (2022). Independent study simulations versus practical experiments: A study of 5E model effects as conceptual change strategy in physics. *Journal of Positive Psychology and Wellbeing*, 6(1), 2302-2310.
- Zacharia, Z. C. (2002). *The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on science teachers' conceptual understanding of physics* [Doktora tezi, Columbia University].
- Zacharia, Z. C., & De Jong, T. (2014). The effects on students' conceptual understanding of electric circuits of introducing virtual manipulatives within a physical manipulatives-oriented curriculum. *Cognition and instruction*, 32(2), 101-158.
- Zacharia, Z. C., Olympiou, G., & Papaevripidou, M. (2008). Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students' conceptual understanding in heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1021-1035.

EKLER

EK-1 Etik kurul izni



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ ETİK KURUL DEĞERLENDİRME VE KARAR FORMU

Değerlendirme Talebinde Bulunan Kişi/Kurum	İbrahim Serdar KIZILTEPE		
Değerlendirme Başvuru Tarihi			
Değerlendirilmesi Talep Edilen Eserin/Araştırmanın Adı	Teknoloji Destekli Laboratuvar Uygulamalarının Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavramsal Değişime Etkisi		
Değerlendirilmesi Talep Edilen Araştırma/Ölçek/Anket/Görüşme Formu			
Değerlendirmeyi Yapan Etik Kurul	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etigi Kurulu		
Değerlendirme Toplantı Bilgileri	Yeri	Tarihi	Saati
	Ziraat Fakültesi Dekanlık Toplantı Salonu	15.03.2024	11:00
Karar No	Karar Tarihi	15.03.2024	
	Karar No	2024/6	
Karar Sonucu	(X) Kabul	(X) Oybirliği	() Oy Çokluğu
	() Ret	() Oybirliği	() Oy Çokluğu

Etik Kurulumuz, yukarıda başvuru bilgileri yer alan eser/araştırma için toplanarak bilimsel araştırmalar ve yayın etiği açısından değerlendirme yapmış ve aşağıda gerekçesi açıklanan karar(lar)ı almıştır:

Karar ve Gerekçesi

İbrahim Serdar KIZILTEPE' ye ait " Teknoloji Destekli Laboratuvar Uygulamalarının Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavramsal Değişime Etkisi" konulu proje araştırmasının bilimsel araştırmalar etiği açısından yapılan değerlendirmesinde kabulüne

Oy birliğiyle karar verilmiştir.

EK-2 Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi araştırma izni



**T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı**



Sayı : E-15559425-900-00000692013
Konu : Araştırma İzni (İbrahim Serdar KIZILTEPE)

28.10.2024

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 25.10.2024 tarihli ve E-51062476-302.08-00000691128 sayılı yazınız.

İlgi yazınız gereği, Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı/Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı 211022001 numaralı doktora öğrencisi İbrahim Serdar KIZILTEPE'nin, "**Teknoloji Destekli Laboratuvar Uygulamalarının Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavramsal Değişime Etkisi**" konulu çalışmasına kaynak teşkil etmesi için Fakültemiz Fen Bilgisi Öğretmenliği 3.Sınıf öğretmen adaylarına veri toplamak amacıyla araştırma izni talebi, Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

**Prof. Dr. Refik BALAY
Dekan**

Ek: Bölüm Başkanlığı Yazısı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-3 Kırıkkale Üniversitesi araştırma izni

Evrak Tarih ve Sayısı: 24.12.2024-E.302569



T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-20988496-302.08.01-302569
Konu : Anket İzni (İbrahim Serdar KIZILTEPE)

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Genel Sekreterlik)

İlgi : Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi (Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının) 31.10.2024 tarihli ve E-67873788-302.08-00000692083 sayılı yazısı.

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Doktora programı 211022001 numaralı öğrencisi İbrahim Serdar KIZILTEPE'nin, "Teknoloji Destekli Laboratuvar Uygulamalarının Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavramsal Değişime Etkisi" konulu çalışmasına kaynak teşkil etmesi için Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği 3'üncü sınıf öğrencilerine anket uygulama isteği Dekanlığımızca uygun görülmektedir.

Bilgilerinize arz ederim.

Prof. Dr. Erman YÜKSELTÜRK
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-4 Aksaray Üniversitesi araştırma izni



T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı



Sayı : E-45333631-300-00001034206
Konu : Anket İzni - İbrahim Serdar
KIZILTEPE

16.01.2025

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

İlgi Eğitim Fakültesi Dekanlığının 06.11.2024 tarihli ve E-35609705-300-000001007951 sayılı yazısı.

Üniversiteniz Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Doktora programı 211022001 numaralı öğrencisi İbrahim Serdar KIZILTEPE, "Teknoloji Destekli Laboratuvar Uygulamalarının Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavramsal Değişime Etkisi" konulu çalışmasını Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3'üncü sınıf öğrencilerine uygulama talebi uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

Prof.Dr. Ömer KÖSE
Rektör a.
Rektör Yardımcısı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-5 Teknoloji ile fen öğretimi yeterlilik ölçeği

Değerli Öğretmen Adayı,

Bu ölçme aracı, sizlerin teknoloji ile fen öğretimine yönelik yeterlik düzeylerinizi belirlemeyi amaçlamaktadır. **Ölçek maddelerinin boş bırakılmaması ve size en uygun gelen seçeneği işaretlemeniz önemlidir.**

Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

1. Ad-Soyad:

2. Cinsiyetiniz: Kadın Erkek

3. Yaşınız:

4. Daha önce sanal laboratuvara yönelik eğitimi aldınız mı? Evet Hayır

5. Sürekli kullandığınız kendinize ait bir bilgisayarınız var mı?

Evet Hayır

6. Son bir haftayı dikkate aldığımızda bilgisayar kullanma süreniz:

günde 1 saatten az

günde 1-3 saat

haftada 1 saatten az

haftada 1-3 saat

günde 3 saatten fazla.

haftada 3 saatten fazla

7. Günlük internet kullanım süreniz:

günde 1 saatten az

haftada 1 saatten az

günde 1-3 saat

haftada 1-3 saat

günde 3 saatten fazla

haftada 3 saatten fazla

8. Daha önce Web 2.0 araçlarına yönelik bir eğitim aldınız mı?

Evet Hayır

Evet ise bildiğiniz Web 2.0 araçları:

9. Sınıfta e-öğrenme teknolojisini kullanan yüz yüze sınıfları göz önünde bulundurarak, aşağıdakilerden hangisi tercihinize en uygundur? (e-öğrenme: dijital ortamlar, sanal laboratuvarlar, simülasyonlar)

E-öğrenme teknolojisini çok az kullanan veya hiç kullanmayan sınıflar.

Orta düzeyde e-öğrenme teknolojisi kullanan sınıflar.

E-öğrenme teknolojisini kapsamlı bir şekilde kullanan sınıflar.

Tercih yok.

10. Genellikle internete erişme aracınız:

Bilgisayar Telefon Tablet Diğer

11. Genellikle internete erişim yeriniz:

Ev Yurt İnternet kafe Okul Diğer

12. İnterneti en sık kullandığımız saat dilimi:

00:00 - 04:00

04:00 - 08:00

08:00 - 12:00

12:00 - 16:00

16:00 - 20:00

20:00 - 00:00

13. Akademik puan ortalamanız:

Teknoloji ile Fen Öğretimi Çıktı Beklentisi	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Kararsızım	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Teknoloji, fen konularını daha anlaşılır hale getirir.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknoloji kullanımı, öğrencilerin fen konularını daha keyifli bir şekilde öğrenmelerini sağlar.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknoloji destekli fen öğretimi, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirir.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Fen öğretiminde teknoloji kullanımı, öğrenciler arasındaki iş birliğini geliştirir.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknoloji destekli fen öğretimi, öğrencilerin fen kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirmelerini kolaylaştırır.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Öğrenciler, teknolojiyle desteklenen fen derslerinde daha fazla etkileşimde bulunma fırsatına sahip olurlar.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknoloji ile desteklenen fen dersleri, öğrencilerin bağımsız öğrenmelerini destekler.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknoloji kullanımı, öğrencilerin fen konularını daha derinlemesine anlamalarını sağlayabilir.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Öğrenciler, teknolojiyle desteklenen fen derslerinde daha aktif bir rol alırlar.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknoloji, öğrencilerin fen konularını öğrenme süreçlerini daha etkin hale getirir.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknoloji destekli fen öğretimi, öğrencilerin iletişim becerilerini güçlendirir.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknoloji destekli fen öğretimi, öğrencilerin bilimsel kaynakları daha etkili bir şekilde kullanmalarını sağlar.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Öğrenciler, teknolojiyle desteklenen fen derslerinde daha kolay öğrenirler.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknoloji, öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik özgüvenlerini artırır.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>

Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliği	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Kararsızım	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Fen derslerinde teknolojiyi, öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre kullanabilirim.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Fen öğretiminde kullandığım teknolojileri etkili bir şekilde yönetebilirim.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Fen öğretiminde teknoloji kullanımına ilişkin gerekli becerilere sahip olduğumu düşünüyorum.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Fen öğretiminde öğrencilerin teknolojik araçları kullanmada zorlandıklarında onlara yardımcı olabileceğime inanıyorum.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Öğrencilerin öğrenme süreçlerini değerlendirmek için çeşitli teknolojik araçları etkili bir şekilde kullanabilirim.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Etkili fen öğretimi için teknolojiyi bilinçli ve amaca yönelik kullanma konusunda kendime güveniyorum.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknolojiyi kullanarak fen kavramlarını etkili bir şekilde öğretmek için gerekli adımların neler olduğunu biliyorum.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Yeni teknolojileri fen derslerine dahil edebilirim.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Fen öğretimini geliştirmek için uygun teknolojik kaynakları seçme konusunda kendime güvenirim.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknoloji ile fen öğretimi yaparken kendimi rahat hissediyorum.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknolojiyi kullanarak fen öğretirken öğrencilerin beklentilerine cevap vereceğime inanıyorum.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Fen öğretiminde teknolojiyi kullanarak yeni öğretim yolları geliştirebileceğime inanıyorum.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Fen öğretimine teknolojiyi etkili bir şekilde entegre etme konusunda kendime güveniyorum.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Fen öğretiminde karşılaşılabileceğim teknolojik sorunları çözebilirim.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Fen öğretiminde teknoloji kullanımını geliştirmek için araştırmalar yaparım.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>
Teknolojiyi kullanarak çeşitli fen materyalleri hazırlayabilirim.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>	7 <input type="checkbox"/>

EK-6 Kuvvet ve hareket kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik dört aşamalı tanı testi

Değerli Öğretmen Adayı,

Bu ölçek, kuvvet ve hareket konusundaki görüşlerinizi belirlemeyi amaçlamaktadır. Sorular 4 aşamadan oluşmaktadır. **Her bir soru için size doğru gelen cevabı ve bu cevaba ilişkin emin olup olmamanız ve cevabın gerekçesini seçmeniz gerekmektedir.** Sorularda ve şıklarda boş bırakmamanız önemlidir.

Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Ad-Soyad:

Cinsiyetiniz: O Kadın O Erkek

Yaşınız:

Sınıf Düzeyi:

O 2. Sınıf O 3. Sınıf O 4. Sınıf

Mezun olunan lise türü:

O Fen Lisesi O Sosyal Bilimler Lisesi O Anadolu Lisesi
O Meslek Lisesi O İmam Hatip Lisesi O Özel Lise O Diğer.....

Üniversite:

O Kırıkkale Üniversitesi O Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
O Aksaray Üniversitesi O Necmettin Erbakan Üniversitesi O Diğer.....

Akademik puan ortalamanız:

1.1. Sürtünmesiz bir ortamda hareket halindeki bir cisme uygulanan kuvvet kaldırıldığında cismin hareketi için ne söylenebilir?

- a) Bir süre ilerler ve durur.
b) Sabit ivme ile cisim yavaşlar.
c) Hareketine sabit hızla devam eder.

1.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

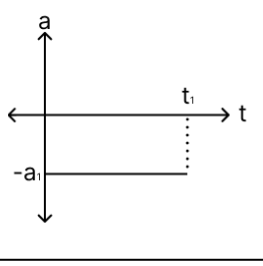
- a) Kesinlikle Eminim b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim

1.3. Soru 1.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Kuvvet, cismin hızını koruma işlevi görür.
b) Hareket halindeki cisim üzerine etki eden net kuvvet sıfırdır.
c) Pürüzsüz zemin, cismin hareketini hızlandırma işlevi görür.
d) Cismin hareket yönüne zıt olan ve hareketini durdurma işlevi gören bir kuvvet vardır.
e) Diğer:

1.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminim b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim



2.1. İvme zaman grafiğinde ivmenin negatif olması ne anlama gelir?

- a) Cismin negatif yönde hızının azalması anlamına gelir.
- b) Aracın yön değiştirdiği anlamına gelir.
- c) Cismin pozitif yönde yavaşladığı anlamına gelir.

2.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

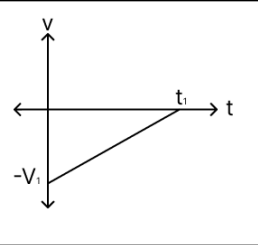
- a) Kesinlikle Eminim
- b) Eminim
- c) Emin Değilim
- d) Kesinlikle Emin Değilim

2.3. Soru 2.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Hareket eksi yönde olduğu için
- b) İvme ve hız aynı yönde olduğu için
- c) Hızın yönü değiştiği için
- d) Grafiğin altında kalan alanın hızı vermesi
- e) Cisim negatif yönde yavaşlaması
- f) Cismin +x yönünde hızının azalması
- g) Diğer:

2.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminim
- b) Eminim
- c) Emin Değilim
- d) Kesinlikle Emin Değilim



3.1. Hız zaman grafiğinde bir cismin negatif yönde hızının azalması durumunda, ivme ve hareket hakkında neler söylenebilir?

- a) Negatif yönde negatif ivme ile yavaşlar.
- b) Negatif yönde pozitif ivme ile yavaşlar.
- c) Negatif yönde azalan ivme ile hareket eder.

3.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

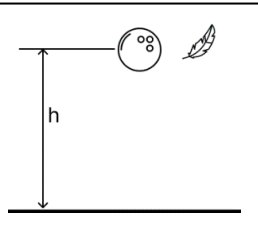
- a) Kesinlikle Eminim
- b) Eminim
- c) Emin Değilim
- d) Kesinlikle Emin Değilim

3.3. Soru 3.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) V eksi yönde olduğundan ivmede (-) yöndedir
- b) Hız azaldığı için ivmesi de azalır
- c) İvme azaldıkça hareket yavaşlar
- d) Cismin -x yönünde hız değişiminin pozitif olması
- e) Diğer:

3.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminim
- b) Eminim
- c) Emin Değilim
- d) Kesinlikle Emin Değilim



4.1. Havasız bir ortamda, bir kuş tüyüyle bir bowling topunun aynı h yüksekliğinden bırakılması durumunda, yere düşme süreleri hakkında ne söylenebilir?

- a) İkisi de aynı anda düşer.
- b) Bowling topu önce düşer.
- c) Kuş tüyü önce düşer.

4.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminim
- b) Eminim
- c) Emin Değilim
- d) Kesinlikle Emin Değilim

4.3. Soru 4.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Havasız ortamda kütlelerin bir önemi yoktur.
- b) Kütleli büyük olan daha hızlı düştüğü için
- c) Havasız ortamda sürtünme olmadığı için
- d) Kütleli büyük olan cismin daha küçük ivmeye sahip olması ($G=m.g$)
- e) Diğer:

4.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminin b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim



5.1. Dünya ve Ay'ın birbirine uyguladıkları kuvvetler için ne söylenebilir?

- a) Ay'ın Dünya'ya uyguladığı çekim kuvveti daha büyüktür.
b) Dünya'nın Ay'a uyguladığı çekim kuvveti daha büyüktür.
c) Ay'ın Dünya'ya, Dünya'nın da Ay'a uyguladıkları çekim kuvvetlerinin büyüklükleri birbirine eşittir.

5.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminin b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim

5.3. Soru 8.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Dünya daha büyük olduğundan dolayı
b) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler birbirine eşittir.
c) Birbiri etrafında sabit hızla döndükleri için
d) Kütlesi kadar hareket ettikleri için
e) İvmeli hareket gerçekleştirdiklerinden dolayı
f) Momentumun korunduğu için
g) Diğer:

5.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminin b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim



6.1. Masa üzerine bırakılan cisim şekildeki gibi durmaktadır. Cisim ve masa üzerine etki eden kuvvetler karşılaştırıldığında ne söylenebilir?

- a) Cismin masaya uyguladığı kuvvet, masanın cisme uyguladığı kuvvetten büyüktür.
b) Masanın cisme uyguladığı kuvvet, cismin masaya uyguladığı kuvvetten büyüktür.
c) Cismin masaya uyguladığı kuvvet ile masanın cisme uyguladığı kuvvet birbirine eşittir.

6.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

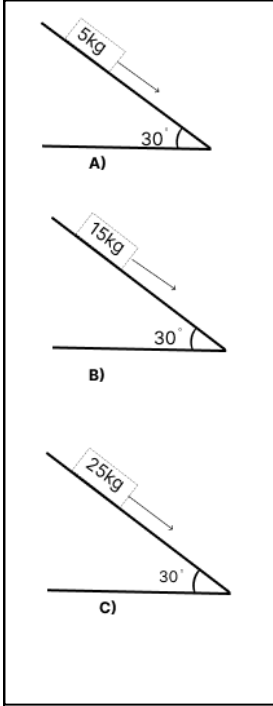
- a) Kesinlikle Eminin b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim

6.3. Soru 6.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Cisimler her zaman yerçekimi ivmesinin etkisi altındadır.
b) Bir cismin durgun halde olması, cismin doğal bir özelliğidir.
c) Cisimler üzerine eşit büyüklükte ve zıt yönde kuvvetlerin uygulanması
d) Cisme etki eden bir kuvvet yoktur.
e) Diğer:

6.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminin b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim



7.1. Resimde görüldüğü gibi sürtünmesiz düzgün eğik düzlem üzerinde farklı kütlelere sahip üç blok gösterilmektedir. Aynı yükseklikten bırakıldığında bu üç bloğun zemine ulaşma süreleri hakkında neler söylenebilir?

- a) Üç blok aynı anda zemine ulaşacak.
b) Önce C, daha sonra A ve ardından B zemine ulaşacak.
c) Önce A, daha sonra B ve ardından C zemine ulaşacak.

7.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

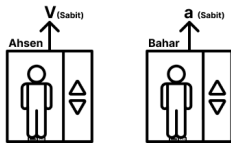
- a) Kesinlikle Eminim b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim

7.3. Soru 7.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Kütle, eğik düzlemdeki cismin ivmesini etkilemez.
b) Eğimin açısı, eğik düzlemdeki ivmeyi etkilemez.
c) Kütle ne kadar büyükse, ivme o kadar büyük olur.
d) Kütle ne kadar küçükse, ivme o kadar büyük olur.
e) Sürtünmesiz eğimli yüzeyde kütlelerin önemi yoktur.
f) Diğer:

7.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminim b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim



8.1. Ahsen ve Bahar her ikisi de 45 N ağırlığındadır. Her ikisi de bir asansörün içinde bir tartı üzerinde durmaktadır. Ahsen'in asansörü sabit hızla hareket ederken Beril'in asansörü sabit ivme ile hareket etmektedir. Her ikisinin de hareketine ilişkin aynı zaman diliminde tartının gösterdiği değerler hakkında neler söylenebilir?

- a) Ahsen ve Baha'nın ağırlıkları değişmez.
b) Ahsen'in ağırlığı aynı kalır, Beril'in ağırlığı artar.
c) Ahsen ve Beril'in ağırlıkları artar.

8.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

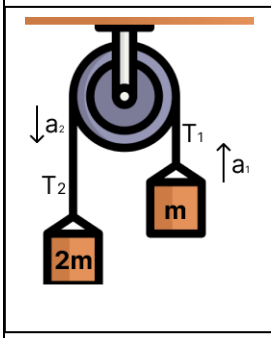
- a) Kesinlikle Eminim b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim

12.3. Soru 8.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Cisim yukarı doğru ivmeli bir hareket eden asansörde ağırlık artar.
b) Cisim sabit hızla yukarı doğru hareket ederken ağırlığı artar.
c) Cisim yukarı doğru hareket ederken yer çekimi ivmesi aşağıya doğru olduğu için cismin ağırlığı azalır.
d) Cisim ağırlığı, asansörün hızı ve ivmesinden etkilenmez.
e) Diğer:

12.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminim b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim



9.1. Resimde sürtünmesiz bir ip makara sistemine bağlanmıştır. Biri diğerinin iki katı olan iki blok gösterilmektedir. Bu iki bloğun hareketi sırasında T_1 ve T_2 , a_1 ve a_2 için ne söylenebilir?

- a) $T_1=T_2$ ve $a_1=a_2$
b) $T_1=T_2$ ve $a_1<a_2$
c) $T_1<T_2$ ve $a_1=a_2$

9.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

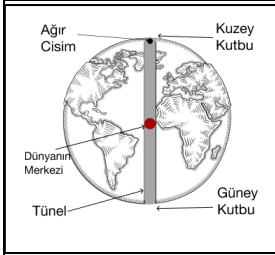
- a) Kesinlikle Eminin b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim

9.3. Soru 9.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Cismin kütlesi, ip gerilimi ve cismin ivmesi üzerinde etkilidir; kütle arttıkça ip gerilimi ve cismin ivmesi de artar.
b) Cismin kütlesi yalnızca cismin ivmesi üzerinde etkilidir; kütle arttıkça cismin ivmesi de artar.
c) Cismin kütlesi ip gerilimi üzerinde etkilidir; kütle arttıkça ip gerilimi de artar ve cisimlerin ivmesi ise aynıdır.
d) Cismin kütlesi, ip gerilimi ve cismin ivmesi üzerinde etkili değildir.
e) Cisimlerin birbirine bağlı olduğu ipler aynı olduğu için ip gerilmeleri aynıdır ve cisimlerin kütlesi arttıkça ivmeleri azalır.
f) Diğer:

9.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminin b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim



10.1. Dünyanın kuzey kutup noktasında, güney kutup noktasına doğru, doğrusal bir tünel açıldığını düşünelim. Tünelin kuzey kutbundan bırakılan bir cismin hareketi hakkında ne söyleyebilirsiniz? (Sürtünme ve Sıcaklık ihmal edilecek).

- a) Güney kutup noktasına ulaşır ve durur.
b) Dünyanın merkezine ulaşır ve durur.
c) Kuzey ve güney kutbu arasında hareket eder ve dünyanın merkezinde durur.

10.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminin b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim

10.3. Soru 10.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Yerçekimi nedeniyle kutup noktaları arasında cisim sürekli salınım yapar
b) Yerçekimi dünyanın merkezinde sıfır olduğu için
c) Cisim merkeze ulaştığında hızı sıfıra iner ve orada durur.
d) Yer çekiminin maksimum noktasında duracaktır.
f) Kuvvet merkeze doğru olduğu için hemen durur.
g) Diğer:

10.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminin b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim

11.1. Hızlanan bir otobüs doğrusal olarak hareket etmektedir. Bu otobüs içerisinde havaya zıplayan bir yolcunun konumu için ne söylenebilir?

- a) Zıpladığı noktaya düşer.
b) Geriye düşer.
c) İleriye düşer.

11.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

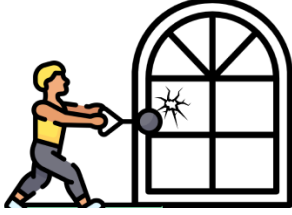
- a) Kesinlikle Eminin b) Eminim c) Emin Değilim d) Kesinlikle Emin Değilim

11.3. Soru 11.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Otobüs doğrusal olarak hareket ettiği için
- b) Zemin yolcuya ekstra bir kuvvet uyguladığı için
- c) Otobüs ivmeli bir hareket yaptığı için
- d) Yolcunun potansiyel enerjisi daha yüksek olduğundan dolayı
- e) Yolcunun eylemsizliği nedeniyle
- f) Diğer:

11.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminim
- b) Eminim
- c) Emin Değilim
- d) Kesinlikle Emin Değilim



12.1. Bir sporcu çekiç atma yarışmasında elindeki çekici yanlışlıkla bir cama savuruyor ve cam kırılıyor. Camın çekice uyguladığı kuvvet ve çekicin cama uyguladığı kuvvetler karşılaştırıldığında ne söylenebilir.?

- a) Çekicin cama uyguladığı kuvvet, camın çekice uyguladığı kuvvetten büyüktür.
- b) Camın çekice uyguladığı kuvvet, çekicin cama uyguladığı kuvvetten büyüktür.
- c) Çekicin cama uyguladığı kuvvet ile camın çekice uyguladığı kuvvet birbirine eşittir.

12.2. Soruya verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminim
- b) Eminim
- c) Emin Değilim
- d) Kesinlikle Emin Değilim

12.3. Soru 12.1 de işaretlediğiniz şıkkın gerekçesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Kuvvetler zıt yönde olduğu için
- b) Etki tepki kuvvetlerinin aynı olmasından dolayı
- c) Cam çekice göre daha hassas olduğu için
- d) Çekicin kütlesi daha büyük olduğu için
- e) Diğer:

12.4. Bir öndeki cevabınızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle Eminim
- b) Eminim
- c) Emin Değilim
- d) Kesinlikle Emin Değilim

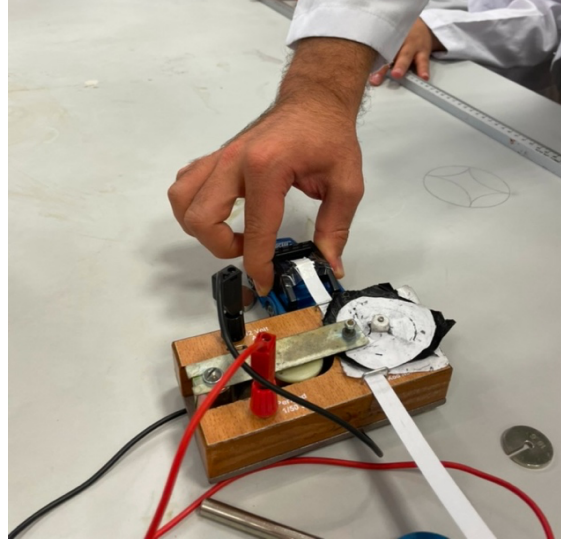
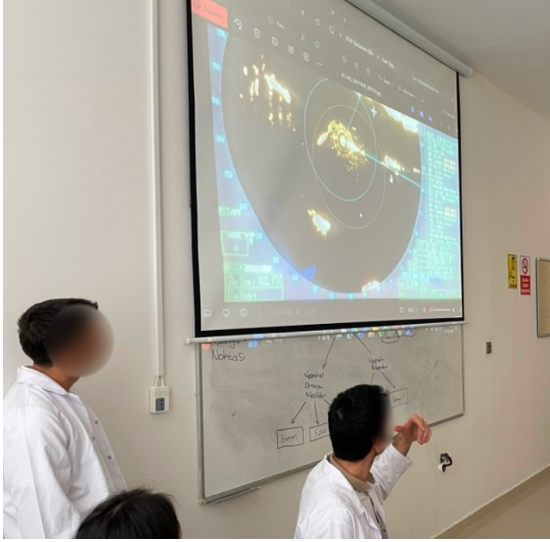
EK-7 Teknoloji ile fen öğretimine yönelik yarı yapılandırılmış görüşme soruları

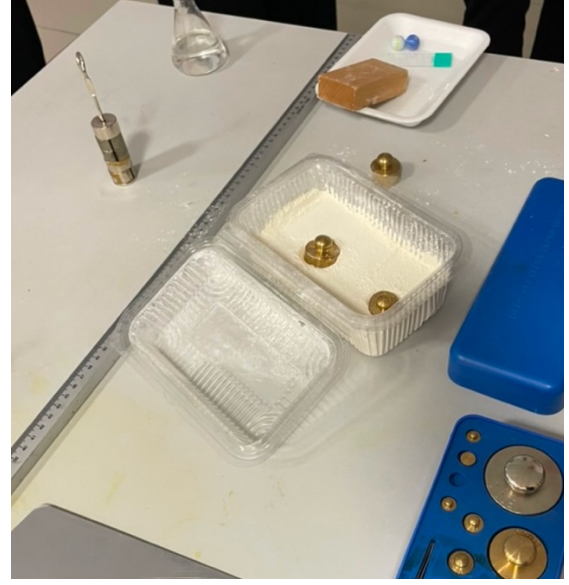
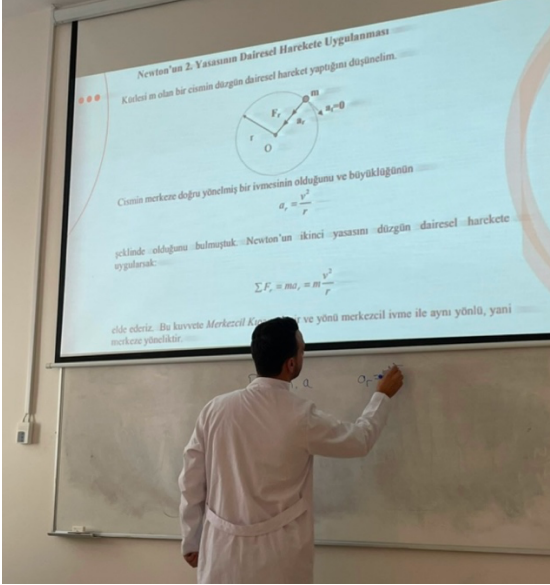
Fen nedir?
Fen senin için ne ifade ediyor? Açıklayabilir misin?
Daha önce fen öğretimine yönelik bir deneyiminiz oldu mu? Fenin nasıl öğretilebileceğini düşünüyorsun?
Teknolojinin fen öğretimindeki yeri nedir? Açıklayınız.
Teknolojiyi kullanarak feni nasıl öğretebileceğini düşünüyorsun?
Fen öğretiminde teknoloji kullanımını konusunda neler düşünüyorsun?
Teknoloji ile daha önce fen öğretimi deneyimin oldu mu?
Hangi teknolojik araçları kullandın? Nasıl kullandın?
Kendini teknoloji ile fen öğretimi konusunda yeterli görüyor musun? Hayır ise neden?
Teknolojinin fen konularını daha anlaşılır hale getireceğini düşünüyor musun?
Teknolojinin fen derslerindeki motivasyonunuzu nasıl etkilediğini düşünüyorsun?
Fen öğretimi sürecinde sanal deneyleri tasarlarken ve kullanırken deneyimlerini anlatabilir misin?
Fen öğretiminde deneyin önemli olduğunu düşünüyor musun? Neden?
DeneySEL etkinlikleri kullanmada seni sınırlandıran faktörler oldu mu? Evet ise bu faktörler nelerdir? Bu faktörlerin seni neden/nasıl sınırlandırıdığını açıklayabilir misin?
Bu sınırlandıran faktörleri aşabildin mi? Evet ise nasıl aşabildiğini örneklendirerek açıklayabilir misin?
Deney yapmanın avantajlı olduğunu düşünüyor musun? Neden? Sana sağladığı fırsatlar nelerdir?
Fen öğretiminde deneyin riskli olduğunu düşünüyor musun? Seni kısıtladığı ya da sınırlandırdığı noktalar nelerdir? Nasıl aştın/aşarsın açıklar mısın?
Fen öğretiminde sanal deneylerin önemli olduğunu düşünüyor musun? Neden?
Sanal deney etkinlikleri kullanmada seni sınırlandıran faktörler oldu mu? Evet ise bu faktörler nelerdir?
Bu faktörlerin seni neden/nasıl sınırlandırdığını açıklayabilir misin?
Sanal deneylerin kullanımında seni sınırlandıran faktörleri aşabildin mi? Evet ise nasıl aşabildiğini örneklendirerek açıklayabilir misin?
Sanal deney yapmanın avantajlı olduğunu düşünüyor musun? Neden? Sana sağladığı fırsatlar nelerdir?
Fen öğretiminde sanal deneylerin riskli olduğunu düşünüyor musun? Seni kısıtladığı ya da sınırlandırdığı noktalar nelerdir? Nasıl aştın/aşarsın açıklar mısın?
Öğretmenlik hayatında bu deneyimlerden hangisini ya da hangilerini kullanmayı planlıyorsun? Neden?
Yaşadığın deneyim sonrasında fen öğretiminde teknoloji kullanmalı mıyız? Neden? Bir kavramın öğretimi üzerinden örnek verebilir misin?
Sanal ve gerçek deneyleri birlikte kullanacak olursan, hangisini önce hangisini sonra kullanırsın? Neden? Açıklar mısın?
Öğretim sürecinde bunlardan hangisini neden tercih edersin? Yaşadığın deneyim sonrasında bu süreci nasıl değerlendirirsin?
Gerçek deneyler ile sanal deneylerin birlikte kullanılmasının fen öğretimi üzerinde nasıl bir etkisi olacağını düşünüyorsun?
Bu süreçte grupla çalışma konusunda ne düşünüyorsun?
Bu süreçte kendini değerlendirecek olsan neler söyleyebilirsin?

EK-8 Kuvvet ve hareket kavramlarına yönelik yarı yapılandırılmış görüşme soruları

-
- Kuvvet nedir?
-
- Hız nedir?
-
- İvme nedir?
-
- Sürtünme kuvveti nedir?
-
- Kuvvet, hız ve ivme arasındaki ilişkiyi öğrencilere nasıl öğretirsin?
-
- Kuvvet ve hareket kavramlarının öğretiminde deneylerin kullanımı hakkında neler düşünüyorsun?
Neden/Nasıl
-
- Kuvvet ve hareket konusunda, kavram yanılgısı oluşturabilecek kavramlar nelerdir? Nedenini örneklerle açıklayabilir misin?
-
- Bu kavramların öğretiminin nasıl yapılacağını düşünüyorsun, öğretiminde neler dikkat edilmelidir?
-
- Kuvvet ve hareket konusunun öğretimi ile ilgili deneyimlerinden bahsedebilir misin?
-
- Kuvvet ve hareket kavramlarını somut olarak göstermek için kullandığınız gerçek ve sanal deneylerin etkileri için ne düşünüyorsun?
-
- Kuvvetin cisimler üzerindeki etkilerini gözlemlemek için ne tür etkinlikler veya deneyler tasarlırsın, bu deneyleri tasarlarken nelere dikkat edersin?
-
- Bu kavramı günlük hayattan bir örnek ile detaylandırabilir misin?
-
- Etki-tepki kuvvetlerinin büyüklüğünün eşit olması, farklı cisimler üzerinde ne gibi hareketlere neden olur?
-
- Net kuvvet kavramını öğrencilere nasıl anlattırırın? Neler kullanırsın?
-

EK-9 Uygulama sürecine ilişkin görseller





ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER	
Adı Soyadı:	İbrahim Serdar KIZILTEPE
Uyruğu:	Türkiye Cumhuriyeti
Orcid Numarası:	0000-0002-6210-5372

EĞİTİM BİLGİLERİ	
Lisans	
Üniversite:	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fakülte:	Eğitim Fakültesi
Bölümü:	Fen Bilgisi Öğretmenliği
Mezuniyet Yılı:	2016
Yüksek Lisans	
Üniversite:	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü:	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı:	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Mezuniyet Yılı:	2021
Doktora	
Üniversite:	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü:	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı:	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Mezuniyet Yılı:	2025

Tezden Üretilen Makaleler ve Bildiriler
Uluslararası Konferans ve Sempozyumlarda Sunulan Bildiriler Kızıltepe, İ. S., & Kartal, T. (2024). The development of a four-tier misconception diagnostic test on force and motion. <i>II. International Marmara Scientific Studies Congress.</i>